

Ing. ST. SPRÎNCEANĂ, ing. CAROL FLOREA

CONSTRUCȚII RADIO  
TELECOMANDA PRIN RADIO  
A  
NAVO- ȘI AEROMODELELOR



EDITURA TEHNICĂ  
BUCUREȘTI - 1966



Broșura explică principiile telecomenzii prin radio și prezintă scheme de emițătoare și radioreceptoare utilizate în telecomanda prin radio a navo- și aeromodelor. Schemele conțin date constructive. Se dau indicații pentru construcția și reglarea montajelor realizate.

Lucrarea se adresează tehnicienilor radio și în special radioamatorilor.

## CAPITOLUL I

### PRINCIPIILE TELECOMENZII PRIN RADIO

Undele radio și-au găsit de la început aplicații în transmiterea informației între oameni, întâi prin telegrafie și fonie, iar azi prin televiziune.

În ultimii ani, însă, s-a acordat atenție deosebită telemecanicii ca o ramură cu importante aplicații, cum ar fi: în sisteme energetice, transport aerian, pe apă, schele petroliere, uzine mari, mine, sisteme de irigații, gospodării comunale etc.

Datorită dezvoltării tehnicii actuale (în special folosirii semiconductoarelor), transmiterea informației cu caracter de telecomandă (telesemnălizare, telemăsurare sau telereglare), se realizează cu suficientă siguranță în funcționare.

Spre deosebire de telecomunicații, instalațiile de telecomandă prezintă unele particularități și anume:

- se folosește o bandă de frecvență radio mai îngustă decât în radiofonie și cu mult mai îngustă față de televiziune;

- în telecomandă, elementul de intrare și ieșire îl formează, de obicei, chei de comandă, aparate indicatoare, înregistratoare, relee sau alte organe de execuție;

- siguranța în transmiterea informației reprezintă o condiție deosebit de importantă. Defecțiunile accidentale pot duce la avarii ale instalațiilor primare, ceea ce nu este atât de grav în telecomunicații;

- sistemele de telemecanizare se caracterizează și prin schemele de funcționare. De exemplu, se utilizează o stație recepție centralizată care culege informații de la un număr de emițătoare dispersate, cum ar fi cele din schele petroliere.



În fig. 1.1 se reprezintă ansamblul unor instalații de control al sondelor în pompaj. Fiecare sondă este prevăzută cu câte un emițător care, în timpul funcționării, transmite un semnal de control.

Postul de dispecer *PD* este dotat cu trei radioreceptoare,

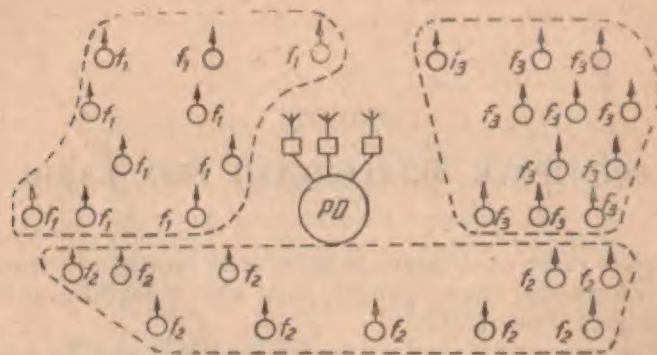


Fig. 1.1. Sistemul de control de la un post de dispecer, pe canale radio, al obiectelor dispersate:

*PD* — Post de dispecer;  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  — frecvențele purtătoare ale stațiilor radio.

fiecare lucrând pentru un grup de sonde pe frecvența respectivă  $f_1$ ,  $f_2$  sau  $f_3$ .

De obicei, postul de recepție centralizat, îndeplinește rolul unui post dispecer cu posibilitatea de a prelucra informațiile primite și de a emite înapoi telecomenzi pentru reglare etc.

La executarea unor scheme, cum ar fi cele industriale, se ține seamă de anumite condiții, enumerate în cele ce urmează.

— Sistemul telecomandat trebuie să lucreze fără personal de serviciu (nivelul de automatizare impus satisface asemenea cerințe).

— Se caută să se simplifice numărul semnalelor necesare telecomenzilor, prin combinarea și completarea instalațiilor de automatizare (în multe cazuri semnalele cu caracter de telecontrol sînt preferate celor de telereglaș sau telecomandă).

— Numărul posturilor de emisie se micșorează prin gruparea lor în limita posibilităților.

— Tot pentru a mări siguranța în funcționare, postul dispecer este dotat cu un al doilea grup emițător-receptor, de

rezervă. Comutarea pe acesta trebuie să se execute automat și fără a introduce informații parazite.

— Siguranța în funcționare este mărită și dacă se va evita cît mai mult folosirea elementelor cu posibilități mai mari de defectare, cum ar fi: tuburi electronice, relee electromagnetice sau alte elemente cu contacte (elementele fără contacte și în special, semiconductoarele sînt cele mai indicate).

În nici un caz, apariția unor circuite sau defectarea unor piese nu trebuie să ducă la generarea semnalelor false.

— Sursele de alimentare ale posturilor de emisie dispersate trebuie să asigure în bună măsură funcționarea neîntreruptă a instalației.

— Sistemele de automatizare, telemecanizare (telemăsură, telesemnalizare, telecomandă sau telereglaș) trebuie concepute în așa fel, încît să fie posibilă o dezvoltare ulterioară sau adaptarea la automatizări complexe o dată cu trecerea la procedee tehnologice mai moderne.

Comanda prin radio a diverselor operații s-a dezvoltat mai mult în cursul și după cel de-al 2-lea război mondial.

Înainte de această perioadă, această tehnică nu a fost practică decît de un număr restrîns de specialiști și cîțiva amatori, care au efectuat cercetări pentru satisfacerea lor personală. La noi în țară, în cartea profesorului Mihail Konteschweller, publicată în anul 1946, s-au descris o serie de aparate de telecomandă, permițînd amatorilor cu cunoștințe de electricitate și mecanică să-și poată construi modele de vapoare telecomandate.

Telecomanda prin radio se poate defini în modul următor: posibilitatea de a comanda la distanță aparate fixe sau mobile cu ajutorul undelor electromagnetice.

Termenul de telecomandă poate fi utilizat și singur, prin acesta înțelegîndu-se o comandă prin fir sau mecanică. De asemenea se mai folosesc și termeni ca teleghidaj ori radioghidaj, care au aceleași sens cu telecomanda prin radio, fiind însă întrebuiți atunci cînd se discută despre rachetele ce posedă sistem de ghidare. Tot în acest caz mai poate fi întrebuițat și cuvîntul radiocontrol, cuvîntul control însemnînd în limba engleză comandă.

În principiu, o instalație de radiocomandă se compune din două părți esențiale: partea emițătoare și partea receptoare.



Prin definiție, partea emițătoare este în principiu fixă, iar partea receptoare se găsește la bord și poate fi mobilă.

Legătura între emițător și receptor se face prin unde electromagnetice. Receptorul recepționează semnalele, le interpretează și le transformă în acțiuni mecanice. Semnalele detectate și amplificate la recepție acționează un releu selector care, la rîndul lui, efectuează o comandă mecanică (de exemplu: un motor). Aceste relee selectoare pot da una sau mai multe comenzi, care se pot numi căi sau canale și funcționează pe bază de impulsuri sau pe bază de frecvențe.

## CAPITOLUL II

### PRINCIPALELE SCHEME-BLOC PENTRU TELECOMANDA PRIN RADIO

În fig. II.1 este prezentată schema-bloc a montajului pentru realizarea unei telecomenzi prin radio.

Emițătorul 1 este pus în funcție prin închiderea întrerupătorului 8. Receptorul 2, acordat pe aceeași frecvență, sesizează semnalul modulat care, după detecție și amplificare, acționează releul 3. Contactele acestuia închid circuitul lămpii de

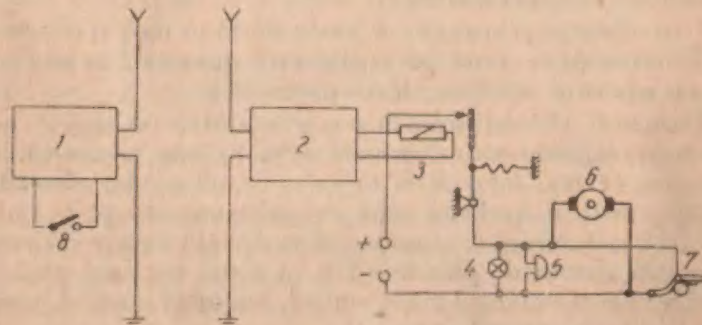


Fig. II.1. Schema-bloc a montajului pentru telecomandă prin radio:

1 — radioemițător; 2 — radioreceptor; 3 — releu electromagnetic; 4, 5, 6, 7 — circuite de utilizare; 8 — întrerupătorul emițătorului.

semnalizare 4, soneriei 5, motorului 6 și circuitul unui tun 7 cu tragere automată.

Prin urmare, montajul prezintă câteva particularități față de aparatura folosită în telecomunicații: sensibilitatea receptorului precum și puterea emițătorului sînt inferioare

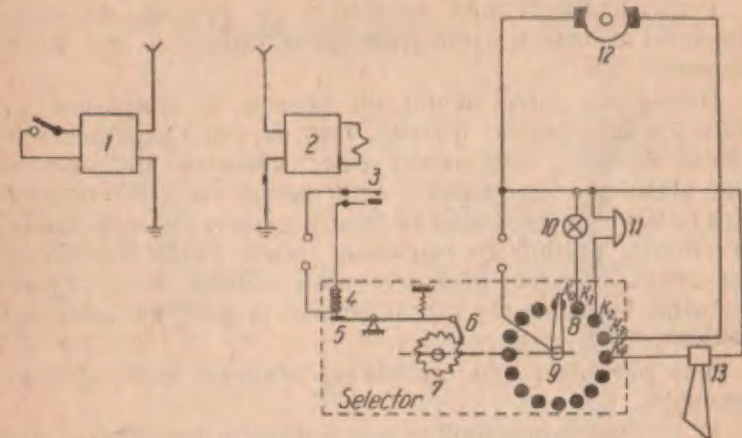


Fig. II.2. Schema-bloc a montajului pentru telecomandă folosind un selector mecanic la receptor:

1 — radioemițător; 2 — radioreceptor; 3 — releu primar; 4 — bobina releului selector; 5 — armătura; 6 — opritor; 7 — pînion clichet; 8 — ploturile de contact; 9 — cursor; 10, 11, 12, 13 — circuite de utilizare.

celor folosite în trafic, întrucît condiția ce li se impune este de a realiza legături pe distanțe mici (de ordinul sutelor de metri).

*Instalația de radiotelecomandă dotată cu selector mecanic.* În fig. II.2 s-a prezentat ansamblul pentru transmiterea mai multor comenzi pe rînd, utilizînd un selector mecanic.

Montajul este prevăzut cu emițător și receptor ca în fig. II.1. Releul de acționare închide de data aceasta circuitul bobinei selectorului.

Dacă se pune în funcțiune emițătorul, prin cuplarea repetată a întrerupătorului său, releul din etajul final al receptorului își va închide contactele 3 tot de același număr de ori, succesiv. Armătura 5 a bobinei selectorului comută cursorul 6 pe ploturile  $K_0, K_1, \dots, K_n$ .

Se pot conecta diferite circuite de utilizare (motor, lămpă semnalizare, sonerie etc.) pe ploturile amintite, după cum se vede în schemă.



Cu o instalație simplă de acest gen se pot utiliza mai multe cimpuri de contacte, ajungând, de exemplu, la 300 circuite diferite de utilizare. Evident, la realizarea unui asemenea montaj trebuie să se prevadă și posibilitatea de revenire a selectorului pe poziția inițială, precum și evitarea parazitilor provocați de contactele sale.

Pentru telecomanda modelelor se preferă, de obicei, principiul selectării comenzilor prin utilizarea mai multor frecvențe diferite.

Deosebirea între modul de selecție a comenzilor prin utilizarea frecvențelor diferite, față de cazul utilizării selectorului mecanic, este următoarea: selectorul mecanic telefonic stabilește funcționarea unui circuit de utilizare numai după ce lamelele cursorului au trecut succesiv pe toate ploturile precedente, punând în funcțiune (scurt timp) dispozitivele respective. Selecția prin frecvență elimină acest neajuns asigurând telecomanda mecanismelor în mod cu totul independent.

Sînt posibile patru metode de realizare a selecției prin frecvență.

- 1) Utilizarea mai multor canale diferite de radiofrecvență, modulate fiecare în amplitudine.
- 2) Utilizarea mai multor canale de radiofrecvență, modulate diferit în frecvență.
- 3) Utilizarea unui canal de radiofrecvență modulat în frecvență cu semnale audio diferite.
- 4) Utilizarea unui canal de radiofrecvență cu mai multe frecvențe de modulație în amplitudine.

Prima metodă este foarte rar folosită, întrucît necesită mai multe ansambluri de emițătoare, fiecare dotat cu antenă separată. Pentru fiecare canal este necesar și cîte un receptor. Se observă că este o metodă costisitoare, aparatul este voluminos, incomod, iar verificarea și reglajul sînt anevoioase.

O stabilitate bună a emițătorului se obține întotdeauna folosind un oscilator cu cristal de cuarț. Aceasta nu se poate realiza ușor prin metoda 1), întrucît practic este greu să se procure cristale diferite și apropiate între ele, fiind scumpe. Aceleași inconveniente le prezintă și metoda 2).

Modulația în frecvență pe același canal radio (metoda 3) are avantajul că folosește un singur emițător, deci numai o antenă. Receptorul este simplificat mult, atît ca număr de

pieșe cît și ca execuție practică. Acordul este ușor, randamentul întregii instalații în curent continuu fiind ridicat.

O metodă mult mai simplă, care necesită o execuție practică mai ușoară, este metoda 4), care folosește un singur canal radio, modulat în amplitudine cu mai multe frecvențe

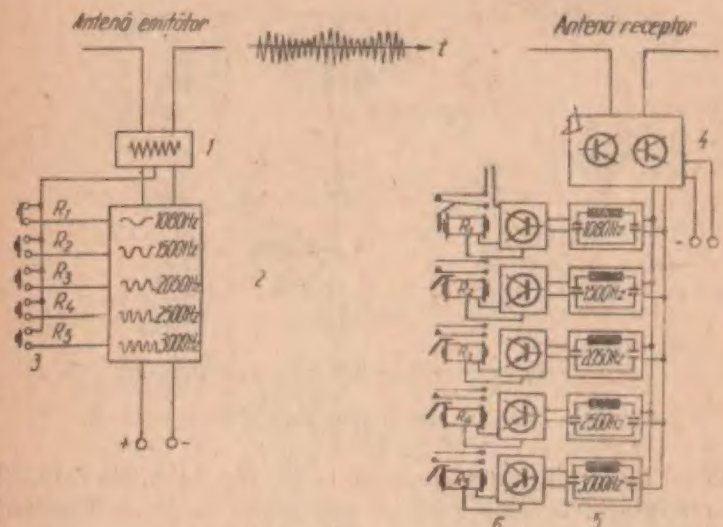


Fig. 11.3. Schemă-bloc pentru telecomandă pe cinci canale:  
1 - emițător; 2 - modulator; 3 - butoane comandă; 4 - receptor;  
5 - filtre LC; 6 - amplificatoare finale pentru rele.

joase (ex. 8). În fig. 11.3 este prezentată schema-bloc a unei instalații de acest gen. Se observă că cele 5 comenzi diferite se repartizează cu ajutorul filtrelor de joasă frecvență, acordate separat și montate după etajele de joasă frecvență ale receptorului.

Fiecare filtru lasă să treacă frecvența pe care a fost acordat și după o amplificare suficientă semnalul acționează un releu sensibil.

Schema din fig. 11.4 reprezintă un alt exemplu de etaj final al receptorului, echipat cu filtru de joasă frecvență, pentru două comenzi.

Rezistența reglabilă  $R_1$  sau  $R_2$  și filtrul  $LC_2$  asigură funcționarea corectă a tranzistorului  $T_1$  pe o frecvență de modulație (filtrul, fiind acordat pe o singură frecvență, lasă să treacă curentul la baza tranzistorului  $T_1$ ; în acest fel, montajul are proprietatea de selectare în frecvență).



Folosind mai multe montaje de acest gen, conectate în paralel, se poate obține selectarea mai multor comenzi.

Dacă se reușește să se simplifice și mai mult receptorul evitând filtrele, se va obține un montaj ieftin și de volum redus. Schema-bloc a unui asemenea montaj, utilizând un

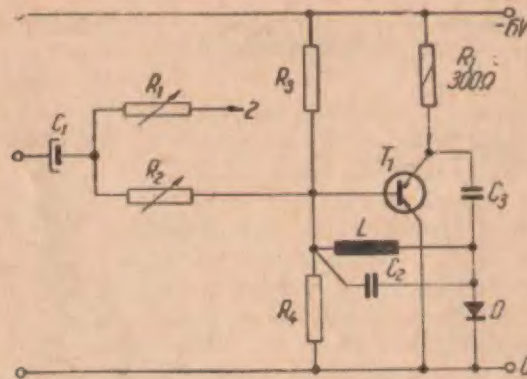


Fig. 11.4. Schemă pentru selectarea a două comenzi.

releu cu lame vibrante, se prezintă în fig. 11.5. Se folosește tot modulația în amplitudine, semnalele de joasă frecvență fiind înlocuite în etajul emițător cu ajutorul butoanelor 3.

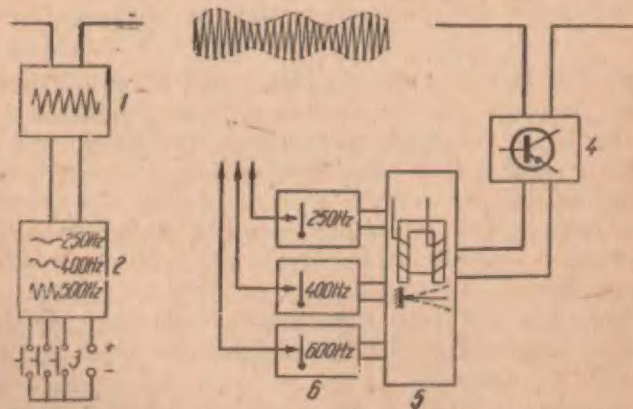


Fig. 11.5. Schemă pentru radiotelecomandă utilizând releul rezonant :

1 — radioemițător; 2 — modulator; 3 — bloc cu butoane de comandă; 4 — radioreceptor; 5 — releu rezonant; 6 — lame vibrante.

Cele 3 frecvențe cu care se vor analiza comenzile independente trebuie să fie la distanță cât mai mare între ele.

Fiecare semnal de joasă frecvență face să vibreze lama, care intră în rezonanță. Lama vibrantă stabilește un circuit electric de comandă. În fig. 11.6 se vede cum sînt puse în

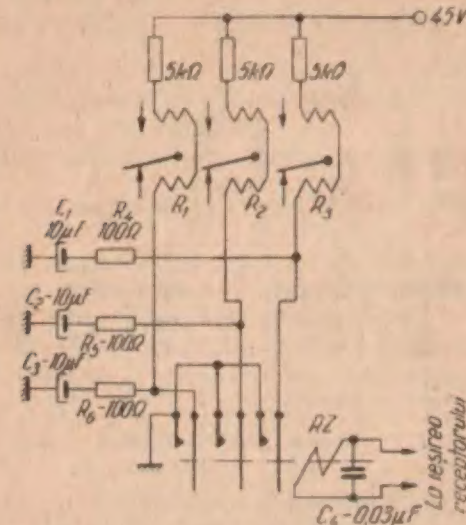


Fig. 11.6. Schema de integrare pentru circuitele lamelor vibrante.

funcțiune releele  $R_1$ ,  $R_2$  sau  $R_3$  prin intermediul lamei vibrante a releului selectiv. Capacitățile de  $10 \mu\text{F}$ , în serie cu rezistențele  $R_4$ ,  $R_5$  sau  $R_6$ , care șuntează contactul lamei, constituie un circuit de temporizare. În perioadele de timp cît lama vibrantă intrerupe circuitul releului de lucru, energia acumulată în condensator, menține atrasă armătura lui.

Pentru evitarea scinteiilor la contact se preferă introducerea unor tranzistoare suplimentare, astfel încît lama vibrantă să închidă circuitul de comandă al acestora. În felul acesta se evită scinteiile ce provoacă arderea contactelor de pe lamele vibrante.

Evident, selectarea comenzilor cu ajutorul filtrelor electronice sau al releelor rezonante constituie un subiect mai vast care, din punct de vedere industrial, stă în atenția personalului de specialitate.



Filtrul  $LC$  și rezonatorul cu corzi sau lame vibrante au fost folosite o dată cu apariția instalațiilor pentru telecomenzi și se folosesc și în momentul de față. Totuși, astăzi se bucură de o atenție mai mare blocurile combinate din elementele feromagnetice și semiconductoare.

Mult utilizat este un tip de filtru  $LC$  cu două circuite. În fig. 11.7 sunt prezentate schemele a patru variante de acest

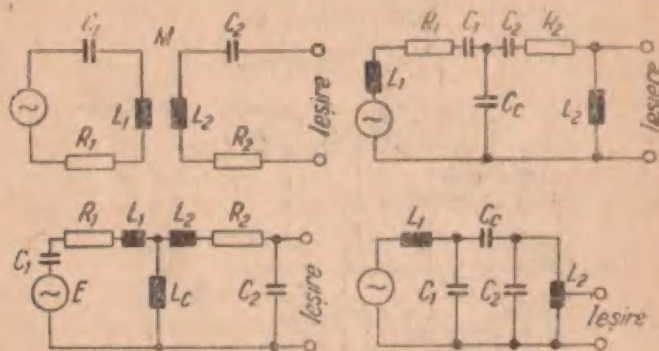


Fig. 11.7. Scheme de filtre cu două circuite.

gen. Ele sunt un compromis între un circuit simplu  $LC$  și filtre complicate cu mai multe inductanțe și capacități. Aceste scheme permit mărirea numărului de rele de frecvență într-o gamă dată. Reglarea și calculul lor sunt destul de simple. Fie  $K$  coeficientul de cuplaj dintre cele două filtre,  $M$  coeficientul de inducție mutuală,  $C$  capacitatea și  $L$  inductanța. Particularitățile în calculul celor patru modele din fig. 11.7 se observă în valorile lui  $K$ , în ipoteza că:  $C_1 = C_2 = C$ ;  $L_1 = L_2 = L$ ;  $C_c \gg C$  și  $L \gg L_c$ ;  $K_s = \frac{M}{L}$ ;  $K_b \approx \frac{C}{C_c}$ ;  $K_c \approx \frac{L_c}{L}$  și  $K_d = \frac{C_c}{C}$ .

Dacă  $Q = \frac{\omega L_1}{r_1}$  și  $Q_2 = \frac{\omega L_2}{r_2}$  sunt factorii de calitate ai primului și celui de-al doilea circuit, puterea maximă se transmite în cel de-al doilea, cînd:

$$K = \frac{1}{\sqrt{Q_1 Q_2}}. \quad (1)$$

Pentru calculul unui asemenea filtru se folosesc metodele indicate în literatura de specialitate, însă se va ține seamă că

în cazul de față o selectivitate bună pentru dezacorduri mari se obține prin micșorarea coeficientului de cuplaj. În sfîrșit, se recomandă condiția  $QK < 1$ .

La un filtru cu două circuite se obține o selectivitate bună chiar dacă distanța dintre două frecvențe vecine este de 3 ori mai mare ca în cazul filtrelor simple.

Dacă la filtrul cu un circuit atenuarea circuitului rezonant crește proporțional cu mărimea dezacordului frecvenței, la filtrul cu două circuite atenuarea crește aproximativ proporțional cu pătratul dezacordului.

Inductanțele folosite au factorul de calitate mare ( $Q = \frac{\omega L_c}{r_c}$ ). Ele se realizează pe miezuri de alșifer sau oxifer.

Acestea au dimensiuni mai mici și se bobinează mai ușor. Se obișnuiește ca înaintea releului sensibil (polarizat) să se intercaleze un amplificator cu tranzistoare.

Obținerea unei siguranțe mari în instalațiile industriale pentru telecomenzi a impus adoptarea sistemelor cu cod cu două frecvențe. Numai transmiterea simultană a ambelor frecvențe asigură funcționarea releului.

În fig. 11.8 se prezintă schema selectorului cu cod cu două frecvențe. Secundarul transformatorului are două circuite acordate pe frecvența  $f_1$ , respectiv  $f_2$ .

Oscilațiile de frecvență  $f_1$  încarcă condensatorul  $C$  prin dioda  $D_1$ , astfel încît energia acumulată de el este suficientă pentru declanșarea releului  $R_1$ . Intrucît rezistența emitor-colector este destul de mare, releul în repaus nu este acționat.

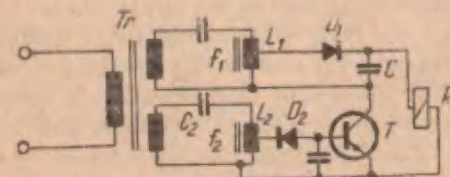


Fig. 11.8. Schema de principiu a selectorului cu cod cu două frecvențe fără surse de alimentare locală.

Dacă se aplică și tensiunea de frecvență  $f_2$  între bază și emitor prin dioda  $D_2$ , tranzistorul este deblocat și releul acționează (montajul lucrează fără alimentare în c.c.). Deci, releul acționează numai dacă sînt îndeplinite ambele condiții amintite.



## PARTICULARITĂȚILE RADIOEMIȚĂTOARELOR PENTRU TELECOMANDA MODELELOR

### 1. Scheme de principiu ale radioemițătoarelor

În capitolele precedente au fost prezentate particularitățile montajelor emițătoarelor și receptoarelor pentru telecomandă. S-a văzut că deosebirea esențială dintre acelea și cele de telecomunicație constă în procedeul de acționare a releului final de lucru (selectoare mecanice sau filtre acordate). Emițătorul este modulat în joasă frecvență, cu mai multe semnale aplicate, succesiv, prin intermediul unui comutator, butoane, chei telefonice etc.

De fapt, emițătorul pentru telecomanda modelelor nu se deosebește ca principiu de cele utilizate în telecomunicații. Aceste emițătoare sînt simplificate (este necesară o putere mult mai mică) cuprinzînd, de obicei, două etaje, unul oscilator și celălalt final.

Prim urmare, orice emițător modulat cu semnalul util telecomenzilor ar putea folosi pentru telecomanda modelului.

Ca și în schemele cu tuburi, oscilatoarele cu tranzistoare, pentru emițătoarele de acest gen, pot fi de diferite tipuri, care se găsesc descrise pe larg în literatură (oscilator *LC* tip Schnell, Hartley, Reinartz, Colpitts, Clapp, ECO, tranzitron, oscilatoare pilotate cu cristal de cuarț etc.).

În fig. III. 1 și III. 2 se prezintă două exemplare de emițătoare nestabilizate cu cristal de cuarț. Cel din fig. III. 1 este format dintr-un singur etaj care are și rolul de oscilator Colpitts (trimerul de 5—25 pF asigură gradul de reacție), iar cel din fig. III. 2 este un emițător cu două etaje. Oscilatorul este modulat în amplitudine, iar regimul de funcționare este ales prin poziția cursorului reostatului  $R_2$  de 1 k $\Omega$ .

Diada, împreună cu microampermetrul, se folosesc pentru obținerea acordului optim. Schema lucrează pe 7 MHz, cu o putere în antenă de 15 mW. Modulația se poate aplica pe baza sau pe colectorul tranzistorului final, prin intermediul unui transformator de audiofrecvență.

Dacă în fonie sau telegrafie nestabilitatea frecvenței nu deranjează prea mult, în telecomandă ea constituie o condiție esențială. Din acest motiv, se recomandă a se utiliza

emițătorul stabilizat cu cuarț. În cele ce urmează se prezintă câteva proprietăți ale acestor emițătoare.

Folosind tranzistoare cu contacte punctiforme, cristalul se poate conecta ca circuit rezonant serie (fig. III.3, a) sau ca circuit rezonant derivație (fig. III.3, b).

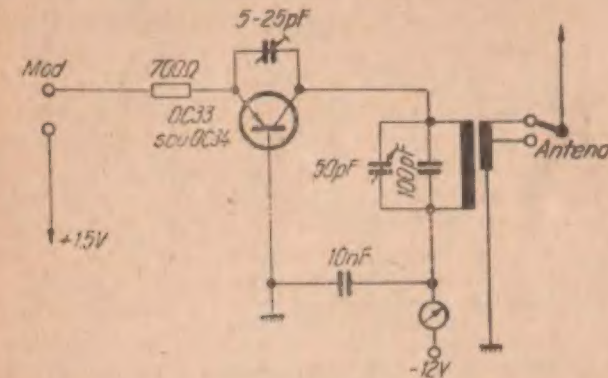


Fig. III.1. Schema de principiu a unui emițător lucrînd ca simplu oscilator, nepilotat cu cristal de cuarț.

În fig. III.3, a, reacția, care este selectivă, se obține prin aplicarea oscilațiilor de pe colector pe emițător și trec numai oscilațiile care corespund cu frecvența de rezonanță serie a

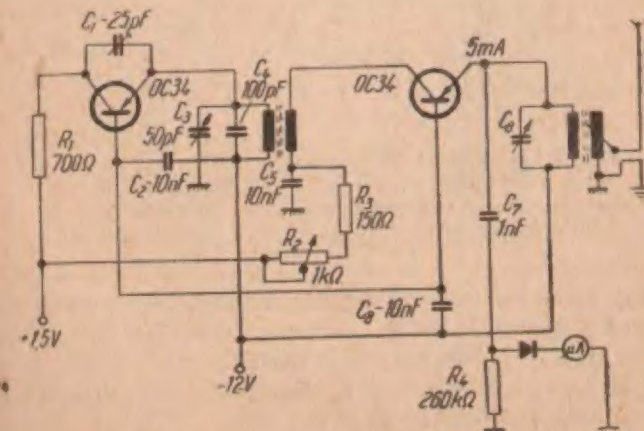


Fig. III.2. Schema de principiu a unui emițător cu două etaje.



cristalului. În fig. III.3, *b* cuarțul ține loc de circuit oscilant *LC*. Prin inductanța  $L_1$  trece componenta continuă la baza tranzistorului. În același timp, bobina poate genera oscilații parazite. Acestea se evită prin montarea unei rezistențe

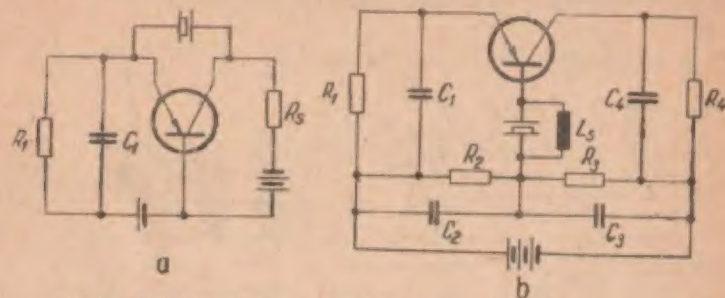


Fig. III.3. Oscilatoare stabilizate cu cristale de cuarț: a — cuarțul montat ca circuit rezonant serie; b — cuarțul montat ca circuit rezonant derivație.

de 1 kΩ în serie cu  $L_1$  (nu este desenată pe figură). Astfel, factorul de calitate al circuitului parazit se va înrăutăți și oscilațiile vor fi stinse.

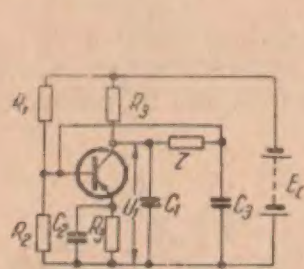


Fig. III.4. Schema de principiu a unui oscilator cu cuarț, care utilizează rezonanța derivație a cuarțului.

În fig. III.4 se prezintă schema de principiu a unui oscilator cu cuarț care utilizează rezonanța derivație a cristalului, iar în fig. III.5 — schema echivalentă a cuarțului.

Se obține o stabilitate de frecvență cit mai bună dacă se alege valoarea maximă pentru:

$$C_p = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \quad (2)$$

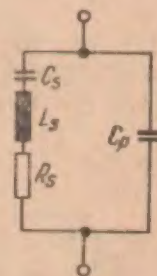


Fig. III.5. Schema echivalentă a unui cristal de cuarț.

Mărimea lui  $C_p$  nu trebuie să depășească însă pe cea impusă de condiția:

$$C_{p \max} \leq \frac{1}{2\omega} \sqrt{\frac{S}{R_s}} \quad (3)$$

în care  $\omega = 2\pi f$ ;  $S$  este panta internă a tranzistorului, iar  $R_s$  — rezistența serie a cristalului.

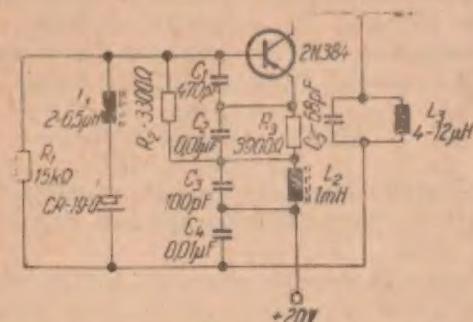


Fig. III.6. Schema de principiu a unui oscilator cu cuarț pe frecvența de 9 MHz.

Relația (3) este valabilă pentru cazul cînd  $\frac{C_1}{C_1 + C_2} = 0,5$ .

În fig. III.6 s-a prezentat schema de principiu a unui oscilator cu cuarț, de tip Colpitts. Cuarțul funcționează pe frecvența de rezonanță serie și anume pe 9 MHz. Tranzistorul trebuie să aibă o frecvență de tăiere de aproximativ 10 ori mai mare ca cea de lucru.

Particularitatea schemei constă în faptul că sarcina este conectată în așa fel, încît se realizează o separare față de oscilator. Condiția este ca valoarea capacității colector-bază a tranzistorului să fie cit mai mică.

În fig. III.7 se observă că circuitul oscilant *LC* dă posibilitatea ca oscilatorul de tip Colpitts să fie acordat pe o armonică superioară a frecvenței de bază a cristalului.

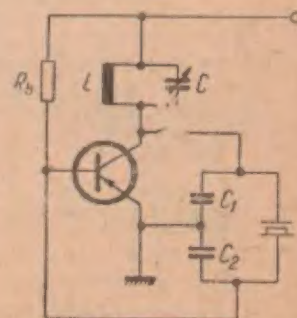


Fig. III.7. Schema de principiu a unui oscilator lucrînd pe o armonică superioară frecvenței cristalului.



Față de avantajele amintite se preferă utilizarea schemelor cu cristale de cuarț.

Înainte de a trece la câteva exemplificări este necesar să se precizeze criteriile de alegere a frecvenței radio. Montajele pentru modele trebuie să fie de dimensiuni reduse, cu antene mici, care să nu incomodeze în transport și manipulare. Prin urmare, cunoscând că dimensiunea antenei descrește cu mărirea frecvenței, se preferă o valoare a frecvenței radio cât mai ridicată, în domeniul undelor ultracurte. Antenele de emisie vor fi de gen telescopic, cu lungimea egală cu  $\lambda/4$ . La calculul lungimii se ține seamă de relația :

$$\lambda(m) = \frac{300\,000}{f(\text{kHz})}$$

Se va ține seamă că nu este voie să se utilizeze alte frecvențe decât cele rezervate radioamatorilor (3,5; 7; 14; 21; 28; 144 MHz etc.).

Dacă se alege o frecvență inferioară lui 28 MHz, rezultă dimensiunea antenei prea mare, iar dacă se preferă o frecvență superioară, se întâmpină greutăți în procurarea cristalelor de cuarț (de fapt cristalele, prin construcție, n-au proprietatea de a oscila pe frecvențe mai mari de aproximativ 40 MHz). De altfel și procurarea tranzistoarelor pentru lucrul la asemenea frecvențe constituie, de multe ori, o problemă (tipurile de tranzistoare indicate în scheme pot fi înlocuite cu alte tipuri, dacă se respectă caracteristicile de funcționare : frecvența de lucru, curentul de colector, tensiunea de polarizare a bazei etc.). Iată de ce valoarea de 28 MHz este preferată

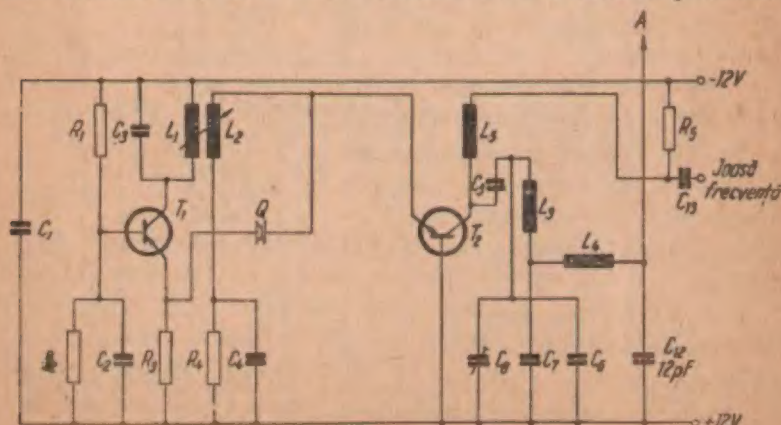


Fig. III.8. Schema de principiu a emițătorului pentru 27,12 MHz.

pentru telecomanda modelelor. Schema unui asemenea emițător este prezentată în fig. III.8.

Tranzistorul  $T_1$  constituie un oscilator pilotat cu cristal de cuarț ( $Q$ ). Oscilațiile debitate pe circuitul acordat  $C_1L_1$  sint transmise pe baza tranzistorului  $T_2$  prin bobina acordată  $L_2$  printr-o bobină de șoc de radiofrecvență  $L_5$ .

Emițătorul debitează pe sarcina  $L_3C_3$  energia care trece în antenă printr-un filtru (în  $\Pi$ ) acordat (denumit și filtru Colins).

Cea mai indicată metodă de acordare a antenei cu etajul emițător se realizează cu ajutorul filtrului Colins. În alte cazuri se utilizează cuplarea directă a antenei pe inductanța de sarcină prevăzută cu ploturi pentru acord. Emițătorul descris lucrează pe 27,12 MHz, are o putere de 10—20 mW și se utilizează la telecomenzile pentru navomodele.

În fig. III.9 este prezentat un emițător de putere mai mare.

Primul etaj oscilator, stabilizat cu cristal de cuarț de 27,12 MHz, debitează radiofrecvența pe emitoarele a două tranzistoare montate în contratimp.

Impedanța de sarcină o constituie bobina  $L_7$ .

Semnalul ajunge pe antenă prin inductanța  $L_9$  și bobina de adaptare  $L_8$ . Antena este tot de tip telescopic, cu lungimea de 2,62 m. Modulația, care poate fi 100%, se aplică pe bazele tranzistoarelor finale  $T_{15}$  și  $T_{16}$ .

Puterea în antenă este de minimum 30mW și poate asigura telecomanda unui aeromodel. Se adaptează ușor la o schemă cu 3, 5 sau 9 frecvențe de modulație.

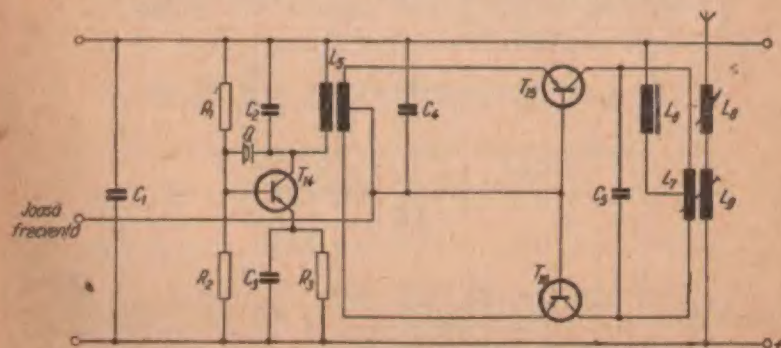


Fig. III.9. Schema de principiu a unui emițător avînd etajul final în contratimp.



## 2. Modulația radioemițătoarelor pentru telecomanda modelelor

După cum s-a amintit, se preferă, în majoritatea cazurilor, modulația în amplitudine. Se realizează astfel un număr ridicat de telecomenzi, pe o bandă de frecvență radio foarte îngustă.

Ca sursă de modulație se pot folosi generatoare sinusoidale de audiofrecvență, multivibratoare, generatoare de impulsuri în diferite forme etc.

Pentru telecomanda modelelor sînt satisfăcătoare generatoarele de radiofrecvență de tip *LC* sau *RC*, precum și multivibratoarele. După cum se știe, aceste generatoare au o construcție simplă, clasică, destinate pentru a realiza o modulație a emițătorului de 100%.

Pe același canal radio se obțin mai multe comenzi dacă se introduc în emițător, succesiv, (cu ajutorul unui comutator, buton, cheie etc.) frecvențele joase de la mai multe oscilatoare montate în aceeași cutie. Numărul comenzilor obținute prin acest procedeu este de ordinul zecilor.

În fig. III.10 se prezintă schema unui generator de modulație pentru emițătoare destinate acționării modelelor.

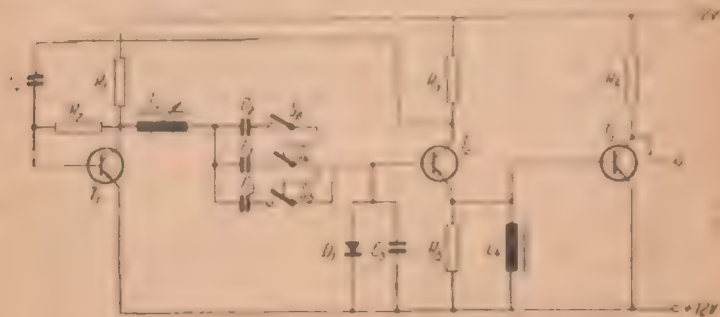


Fig. III.10. Schema pentru modularea emițătorului cu trei semnale.

Butoanele  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  conectează, pe rînd, pe colectorul tranzistorului  $T_1$ , capacitățile  $C_1$ ,  $C_2$  sau  $C_3$ . Valoarea lor determină frecvența de modulație.

Schema prezintă posibilitatea de a obține mărimea semnalului corespunzătoare pentru modulația de 100%.

După cum se observă, oscilațiile, produse de tranzistoarele  $T_1$ ,  $T_2$ , sînt culese de tranzistorul  $T_3$  de pe sarcina conectată pe emitorul lui  $T_3$ . De pe rezistența  $R_4$  (sarcina lui  $T_3$ ) semnalul este cules și trimis în etajul emițător.

Procedeu de obținere a mai multor semnale de modulație de la același generator nu este complicat și, după cum se va vedea în capitoul de prezentare a schemelor realizate, se pot obține 6 sau 9 comenzi folosind una sau mai multe grupe de oscilatoare ca cele descrise, cu condiția ca fiecare semnal să fie generat pe rînd.

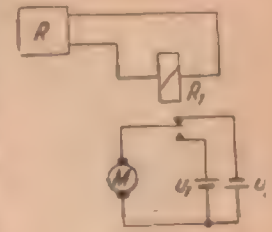


Fig. III.11. Schema pentru variația continuă a vitezei motorului.

Cum se procedează la realizarea unei acționări cu variație continuă, de exemplu reglarea vitezei motorului electric? Se utilizează un multivibrator a cărui proprietate în reglaj satisface condiția cerută. Se consideră schema din fig. III.11, care conține un receptor  $R$  și un relee  $R_1$  montat la ieșirea din etajul final. Contactele sale dau posibilitatea cuplării, pe rînd, a motorului la cele două surse de alimentare.

După cum se observă, dacă releul este atras, motorul se rotește numai într-un sens, iar dacă este decuplat — în sens opus.

Receptorul primește semnale sub formă de impulsuri dreptunghiulare, cu frecvența de 20—50 Hz (fig. III.12), provenite de la un multivibrator care modulează emițătorul.

Releul este acționat în ritmul impulsurilor. Dacă durata

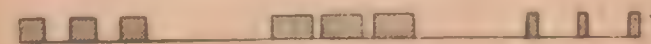


Fig. III.12. Impulsuri de durată diferită, obținute de la un multivibrator cu reglaj continuu

impulsului este egală cu durata pauzei, motorul va sta pe loc.

Dacă durata impulsului este mai mare decît a pauzei, motorul se va roti în sensul corespunzător.

Dispozitivul se aplică la acționarea direcției de zbor a unui aeromodel etc.



Schema de principiu a unui multivibrator, lucrînd cu o frecvență de repetiție de 30 Hz, cu impulsuri dreptunghiulare, este prezentată în fig. III. 13.

Cînd condensatorul  $C_1$  se încarcă, tranzistorul  $T_1$  conduce. În semiperioada a doua, tranzistorul  $T_1$  este blocat și

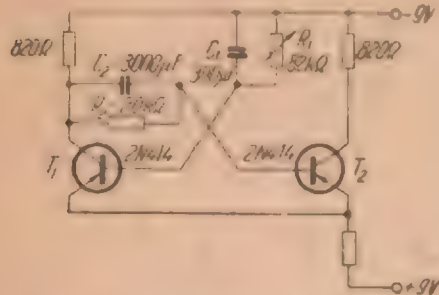


Fig. III.13. Schema de principiu a unui multivibrator.

multivibrator folosit în emițătoare pentru telecomanda modelelor. Se consideră ca exemplu un multivibrator cu cuplaj RC colector-bază și rezistență în emitor (fig. III. 14).

De obicei, cuplajul colector-bază la multivibrator determină ca tranzistoarele să lucreze în stare de saturație.

De asemenea se va mări timpul de basculare a multivibratorului datorită și cuplajului prin condensator între cele două tranzistoare.

Schema prezentată înlătură cele două dezavantaje amintite. Primul dezavantaj este înlăturat datorită conectării rezistenței  $R_B$  la borna pozitivă a sursei, iar al doilea este micșorat prin introducerea grupului RC de cuplaj între tranzistoare.

Grupul  $R_C C_C$  din circuitul emitor înlătură în mare parte, influența saturației asupra procesului de basculare. Forma unde este îmbunătățită prin introducerea grupului  $R_E C_E$ .

Tensiunea sursei de alimentare se alege astfel, încît să fie satisfăcută relația  $U_c =$

$T_2$  conduce, iar condensatorul  $C_1$  se descarcă pe rezistența  $R_1$ . Astfel, variația tensiunii de pe colectorul tranzistorului este de formă dreptunghiulară, cu fronturi scurte.

Modificarea lui  $R_1$  duce la variația raportului dintre cele două stări cvasistabile.

În cele ce urmează se prezintă câteva relații sumare cu privire la un

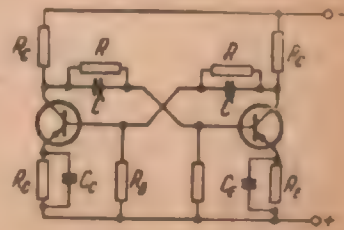


Fig. III.14. Schema multivibratorului cu cuplaj RC colector-bază și rezistență în emitor.

$= 2U_m + U_{c, max}$ , în care  $U_m$  este amplitudinea impulsului (de obicei, în jur de 10 V), iar  $U_{c, max}$  este tensiunea maximă la bornele rezistenței de emitor, avînd cel mult 2—3 V).

În orice caz tensiunea maximă admisibilă a tranzistorului trebuie să fie mai mică decît  $U_c$  calculat.

În fig. III. 15 punctul P determină regimul de lucru al multivibratorului. Pentru fixarea regimului de lucru și alegerea valorilor pieselor se procedează mai departe în felul următor: se află de pe diagramă curentul  $I_c$ , care nu trebuie să depășească valoarea admisă. Rezistența  $R_E$  se alege practic între 0,3 și 0,5 kΩ. Rezistența  $R_C$  este dată de relația:

$$R_C = \frac{E_C - E_E}{I_C} \quad (4)$$

Valoarea lui  $R_E$  se ia între 10 și 30 kΩ, iar rezistența  $R$  este dată de expresia:

$$R = \frac{R_C R_B}{R_E + R_B} \quad (5)$$

Rezistența  $R$  trebuie să aibă o valoare între 50 și 70 kΩ. Condensatorul  $C$  are o valoare cuprinsă între 1000 și 2000 pF.

Frecvența aleasă s-a notat cu  $f$ . Semnificația celorlalți termeni se vede în schemă.

Valoarea capacității condensatorului  $C_E$  trebuie să satisfacă inegalitatea:

$$C_E \geq \frac{1}{f_a R_E} \quad (7)$$

în care  $f_a$  este frecvența de tăiere a tranzistorului.

În mod obișnuit capacitatea  $C_E$  este cuprinsă între 300 și 1000 pF.

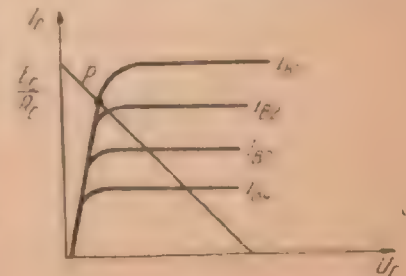


Fig. III.15. Alegerea regimului de lucru al multivibratorului.



## 2. PARTICULARITĂȚILE RADIORECEPTOARELOR PENTRU TELECOMANDA MODELELOR

### 1. Scheme de principiu ale radioreceptoarelor

Deoarece literatura de radiotehnică este, la ora actuală, bogată în scheme de radioreceptoare tranzistorizate, în cele ce urmează vor fi prezentate numai particularitățile schemelor care interesează.

Mai importantă este partea de radiofrecvență unde, datorită tipurilor moderne de tranzistoare, a fost posibilă folosirea acestora și în montajele de telecomandă lucrând pe unde scurte sau ultrascurte.

Dintre tipurile de radioreceptoare cunoscute (simple, fără amplificare, cu amplificare directă cu reacție, superreacție, sau de tip superheterodină) receptorul cu superreacție s-a dovedit a fi cel mai corespunzător pentru telecomanda modelelor. Bineînțeles, o superheterodină ar fi ideală, însă prețul ei se ridică mult în comparație cu cel al receptorului cu superreacție. Totuși, dacă radioamatorul are un receptor superheterodină lucrând pe frecvența de 28 MHz, echipat cu tranzistoare, și este dispus să-l folosească pentru telecomanda modelului, atunci fără a demonta partea de radiofrecvență, va adopta la el sistemul de joasă frecvență cu dispozitivul de selectare. De obicei, se preferă o schemă ce poate fi construită la un volum cât mai redus și greutate mică. Sensibilitatea ce se obține de la o superheterodină obișnuită, este, de multe ori, mai mică decât la o schemă superreacție.

Schemele de superreacție realizate posedă o sensibilitate la intrare de aproximativ 5  $\mu$ V (mult mai bună ca la unele receptoare din comerț), oscilațiile de superreacție fiind de aproximativ 40—100 kHz.

Schema de bază a unui receptor superreacție, destinat telecomenzilor, este prezentată în fig. IV. 1. Este o variantă cât se poate de simplă, dar cu sensibilitate înaltă, după cum s-a amintit.

Cuplajul dintre bobinele  $L_1$  și  $L_2$  este foarte strâns. Baza tranzistorului nu este polarizată inițial. Ca atare, și oscilațiile ce apar sînt de amplitudine mică. Ele sînt redresate de

joncțiunea emitor-bază. Ca urmare a acestei redresări ia naștere o componentă de curent continuu care încarcă condensatorul  $C_1$  în așa fel, încît la un moment dat apare o tensiune pozitivă pe bază și blochează tranzistorul.

Oscilațiile sînt întrerupte, iar condensatorul  $C_1$  se descarcă pe  $R$  și rezistența inversă emitor-bază. După descărcarea lui  $C_1$  reapar oscilațiile. Frecvența de repetare a fenomenului descris este supraauditibilă și se numește frecvență de superreacție. Se pot obține asemenea oscilații cu amplitudine mare, fapt ce determină o amplificare, deci o sensibilitate a montajului cu totul deosebită. Peste aceste trenuri de oscilații este suprapus semnalul cules de

antena. Impedanța de sarcină este șuntată de capacitatea de 400 pF, care constituie un obstacol numai pentru joasă frecvență. Stabilitatea montajului este destul de bună. El are și proprietatea de autolimitare, făcînd ca puterile pe sarcină să fie aproximativ egale pentru diferite mărimi ale semnalelor de intrare (proprietatea este similară cu cea a circuitului de reglaj automat al amplificării din superheterodină). Trebuie amintit că valorile capacităților condensatoarelor  $C_1$  și  $C_2$  determină gradul de reacție și, prin urmare, amplificarea montajului. Reglarea lor va compensa scăderea de amplificare proprie tranzistoarelor la frecvențe înalte.

În fig. IV. 2 este prezentată o schemă superreacție pentru a lucra în unde ultrascurte. Spre deosebire de schema anterioară, frecvența de superreacție este produsă de al doilea etaj echipat cu tranzistorul  $\Pi 6A$ .

Reacția se obține prin înfășurările transformatorului  $Tr_1$ , iar regimul de lucru se fixează cu rezistența  $R_1$ .

Primul etaj este un oscilator Colpitts care folosește capacitățile parazite ale tranzistorului.

Tranzistorul  $T_1$  este alimentat în ritmul frecvenței de superreacție din secundarul transformatorului  $Tr_1$ .

Tensiunea de pe secundarul acestuia poate fi de zece ori mai mare decât tensiunea bateriei de alimentare, constituind un mare avantaj.

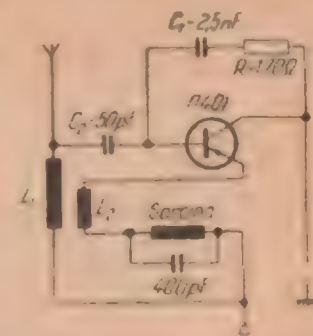


Fig. IV.1. Schema de principiu a unui receptor superreacție.



Dacă se conectează în locul sarcinii o cască de aproximativ 2—4 k $\Omega$  se obține auditiia normală prin reglarea rezistenței  $R_1$ . Se folosește un potențiomtru de 3—5 k $\Omega$ , care se ajustează pînă cînd dispăre șiflitul caracteristic aparatelor super-reacție, în schimbul auditiiei de calitate.

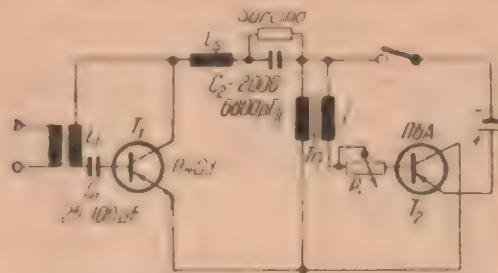
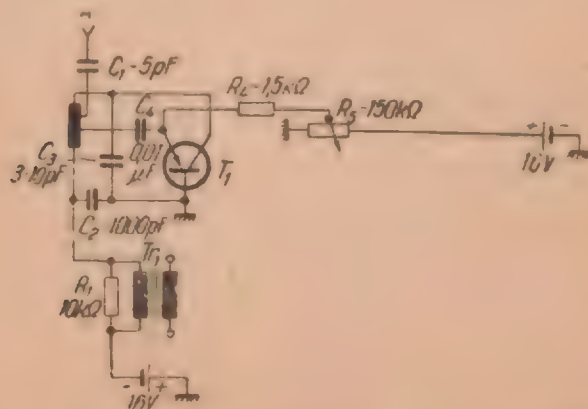


Fig. IV.2. Schema de principiu a unui receptor superreactie cu două tranzistoare.

Pentru frecvența de 28 MHz, bobina de acord  $L_1$  are 8 spire din conductor neizolat de diametru 1 mm, cu diametrul spirei de 10 mm. Bobina de șoc  $L_s$  are 60 spire. Transformatorul  $Tr_1$  are primarul de 50 spire și secundarul de 100 spire, cu conductor de 0,1—0,15 mm, pe miez de permalloy de 10 mm<sup>2</sup>.

Tot o schemă pentru lucrul în banda 28—29 MHz este și cea din fig. IV.3.



**Fig. IV.3. Schema de principiu a unui receptor super-reactie lucrând în banda 28–29 MHz.**

Tranzistorul este de tip П 403, montat în circuitul oscilant  $L_1C_3$  (tip Hartley). Alimentarea este realizată cu două baterii separate.

Transformatorul  $Tr_1$  trece semnalul de audiofrecvență pe baza primului tranzistor amplificator în joasă frecvență.

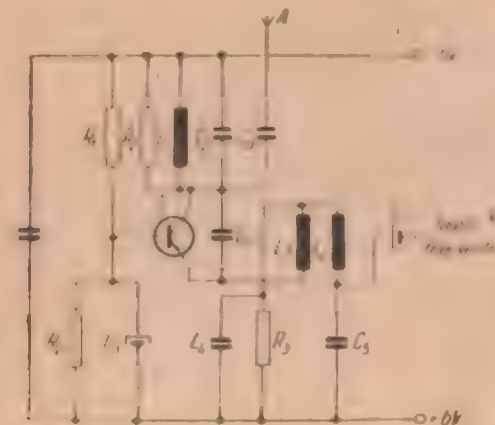


Fig. IV.4. Schema de principiu a unui receptor superreactie destinat telecomenzilor modelelor prin radio

Pentru amplificarea semnalului util sînt folosite mai multe etaje care nu sînt prevăzute în schemă.

O ultimă schemă de receptor superreacție pentru telecomanda modelelor este prezentată în fig. IV. 4.

Circuitul oscilant  $L_1C_2$  primește semnalul din antenă, iar  $L_2C_4$  obligă tranzistorul să oscileze pe frecvența de superreactie (în cazul de față de 80 kHz).

Frecvența radio de lucru este de 27 MHz. Datele constructive vor fi prezentate în capitolul care tratează construcția radioreceptoarelor.

## 2. Etajele de joasă frecvență și dispozitivele de selectare din radioreceptoare

În telecomanda modelelor se preferă folosirea releului cu lame vibrante. Este foarte avantajoasă o asemenea schemă, deoarece întreg receptorul nu cîntărește decît 30—50 g.



Un releu de rezonanță cu miez de permalloy, pentru 8—9 comenzi distincte, are în mod obișnuit dimensiunea de aproximativ  $30 \times 20 \times 15$  mm.

Dacă cuplajul între etajele de joasă frecvență se realizează prin capacități și rezistențe, greutatea întregului ansamblu va fi atât de mică, încât va satisface pe deplin folosirea lui la aeromodele. Etajele de joasă frecvență, care în mod obișnuit sînt în număr de 3, se realizează după scheme foarte asemănătoare cu ale celor din radioreceptoarele obișnuite. Exemple nenumărate se găsesc în literatura de radiotehnică (în special în colecția „Radio și televiziune”).

Ținînd seamă de particularitățile cerute în telecomanda prin radio au fost executate diferite variante de etaje de joasă frecvență, dintre care vor fi tratate cîteva în capitolul ce urmează.

Un alt procedeu de obținere a selecției comenzilor ce se preferă de obicei este cel dotat cu filtre audio tip LC și mai rar cu filtre RC.

În general, frecvențele de modulație sînt cuprinse între 50 și 1 500 Hz.

De reținut în concluzie, că cele două sisteme amintite, pentru selectarea comenzilor, sînt preferate și recomandate în construcția modelelor telecomandate.

## CAPITOLUL V

### SCHEME PRACTICE DE RADIOEMITĂTOARE PENTRU TELECOMANDA MODELELOR

Se prezintă pentru început un montaj simplu, tranzistorizat, monocanal (fig. V.1). Tranzistorul AF 115 este montat ca oscilator pilotat cu un cristal de cuarț, pe 27,12 MHz.

Cuarțul este conectat între emitorul celui de-al doilea tranzistor AFZ 10 și emitorul tranzistorului din etajul oscilator. Cel de-al doilea etaj (care este și final) trimite semnalul, prin condensatorul  $C_6$  și bobina  $L_3$ , la un filtru Colins, compus din inductanța  $L_4$  și condensatoarele  $C_7$ ,  $C_8$ .

Antena este telescopică, în  $\lambda/4$  (2,62 m).

Prin bobina de șoc  $L_5$  se aplică pe colectorul tranzistorului  $T_2$  semnalul de modulație.

Bobina  $L_1$  are 11 spire din conductor de cupru izolat cu mătase, cu diametrul de 0,6 mm. Carcasa este din trolit, cu diametrul de 7 mm și miez de ferocart.

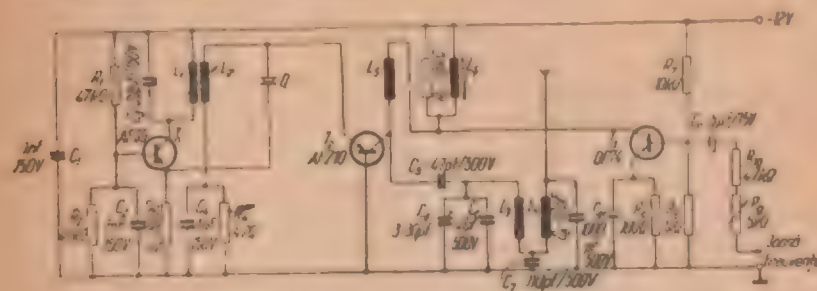


Fig. V.1. Schema de principiu a unui emițător monocanal tranzistorizat

Bobina  $L_1$  are 4 spire cu același conductor, pe carcasa lui  $L_1$ .

Bobina  $L_2$  are 13 spire Cu Em, 1 mm, bobinate în aer. Diametrul bobinei este de 15 mm.

Inductanța  $L_4$  are un număr de 3 spire din conductor cu diametrul de 0,6 mm, bobinat în aer cu diametrul de 10 mm.

Bobina de șoc  $L_5$  are 50 spire din conductor CuEm, 0,1 mm, bobinate spiră lângă spiră, pe o rezistență de 1 MΩ, 0,5 W.

Modulatorul, a cărui schemă este prezentată separat în fig. V.2, este un oscilator de audio-frecvență.

Transformatorul de modulație  $Tr$  folosește un miez din tole silicioase cu secțiunea de 1 cm<sup>2</sup>. Primarul are 3 000 spire, din conductor Cu Em, 0,1 mm, iar secundarul, 200 spire, cu conductor de 0,3 mm.

Semnalul de modulație se obține prin cuplarea întreruptorului  $I$  și frecvența audio se reglează cu potențiometrul  $P_1$ . Semnalul rezultat la bornele potențiometrului  $P_1$  trece

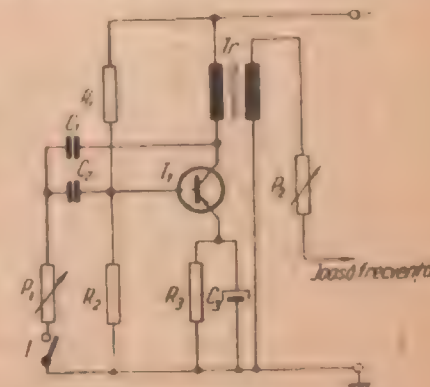


Fig. V.2. Schema de principiu a modulatorului emițătorului monocanal.



în etajul final de modulație pe baza tranzistorului OC74 din schema emițătorului.

Acordul emițătorului și cuplarea optimă cu antena vor fi tratate la capitolul 8.

Radioemițătorul cu schema din fig. V.3 lucrează tot pe 27,12 MHz și este pilotat cu cristal de cuarț. Având numai un tranzistor în etajul final de ieșire, puterea lui absorbită de la sursa de alimentare nu va depăși 80 mW. Prin urmare, nici raza de acțiune nu este prea mare (0,5—1 km).

Cristalul este conectat între emitorul și colectorul tranzistorului П 402, al cărui regim de funcționare se obține prin reglarea valorii rezistenței  $R_2$  de 2,5 k $\Omega$ .

Cu toate că s-au folosit tranzistoare cu frecvența de lucru pînă la 100 MHz, randamentul întregului montaj nu depășește 50%.

Antena de tip telescopic în  $\lambda/4$  are lungimea de 2,62 m și impedanța de 40  $\Omega$ .

Modulația se aplică direct pe bobina de acord  $L_3$  prin bobina de șoc de înaltă frecvență  $L_4$ , de la etajul amplificator de audiofrecvență.

Inductanța  $L_1$  are 15 spire;  $L_2$  are 3 spire, ambele fiind executate cu conductor de 0,5 mm, CuEm + M.

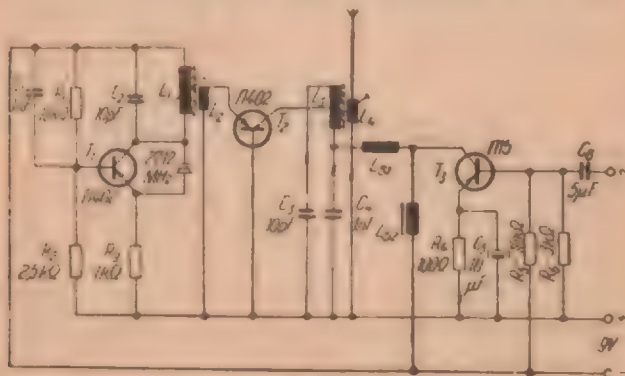


Fig. V.3. Schema de principiu a radioemițătorului pentru 27,12 MHz, cu un tranzistor în etajul final.

Inductanța  $L_3$  are 16 spire din conductor CuEm 0,8 mm și este prevăzută cu priză mediană. Inductanța  $L_4$  are 3 spire din același conductor ca și  $L_3$ .

Bobinele sînt executate pe suport de trolit cu diametrul de 7 mm și sînt prevăzute cu miez magnetic.

Tranzistoarele  $T_1$  și  $T_2$  sînt de tip П 402, iar  $T_3$  este tip OC 821. Tensiunea de alimentare este de 9 V.

În continuare se prezintă și câteva variante ale oscilatoarelor de modulație. Astfel, în schema din fig. V. 4 cele două

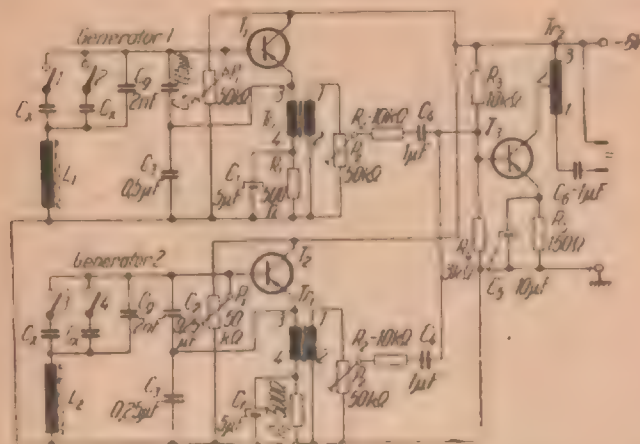


Fig. V.4. Generatoare sinusoidale pentru modularea în amplitudine a emițătoarelor

generatoare sinusoidale au stabilitate termică datorită rezistenței și capacității introduse în circuitul emitorului.

Sarcina o constituie transformatorul  $Tr_1$  de pe emitor, iar regimul de funcționare se fixează cu potențiometrul  $P_1$  de 50 k $\Omega$ , care poate fi înlocuit cu o rezistență fixă.

Valoarea capacității  $C_x$  s-a ales astfel, încît generatorul 1 funcționează între 750 Hz (pentru  $C_x = 70$  nF) și 2 500 Hz (pentru  $C_x = 5$  nF), iar generatorul 2 între 1 500 Hz și 4 000 Hz.

Etajul amplificator folosește un tranzistor  $T_3$  cu factor de amplificare mai mare decît 80. Gradul de modulație se obține prin reglarea potențiometrului  $P_2$  de 500 k $\Omega$  și în cazul a două semnale în același timp nu trebuie să depășească 45%, întrucît — pentru o valoare mai mare — selectorul receptorului va lucra defectuos.

Transformatorul  $Tr_1$  are primarul format din 200 spire și secundarul din 600 spire, ambele cu conductor CuEm, 0,2 mm. Secțiunea miezului este de 0,25—0,5 cm<sup>2</sup>.



Transformatorul  $Tr_2$ , între conexiunile 1 și 2, are 4 000 spire de 0,06 mm și între 2 și 3 are 300 spire, din conductor de 0,12 mm, izolat cu email.

O altă variantă a schemei descrise este cea din fig. V.5. După cum se observă, nu există modificări esențiale. Cele

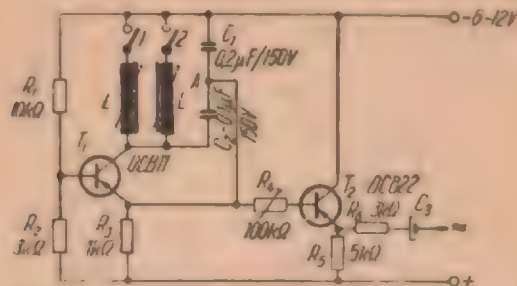


Fig. V.5. Schema de principiu a modulatorului pentru două comenzi

două frecvențe se obțin de această dată folosind inductanțe diferite, cuplate, succesiv, în circuitul colectorului.

Al doilea tranzistor, cu rol de amplificator de putere, primește polarizarea direct de pe emitorul oscilatorului. În felul acesta, prezintă o stabilitate mai mare a frecvenței.

Gradul de amplificare, deci și de modulație, se obține cu potențiometrul de 100 kΩ.

Semnalul de audiofrecvență este cules din punctul A al circuitului oscilatorului și adus pe baza tranzistorului  $T_2$  prin intermediul potențiometrului de 100 kΩ.

Inductanța  $L$ , pentru 2 500 Hz, are 350 spire, pentru 1 000 Hz — 875 spire și pentru 700 Hz — 1 450 spire. Se

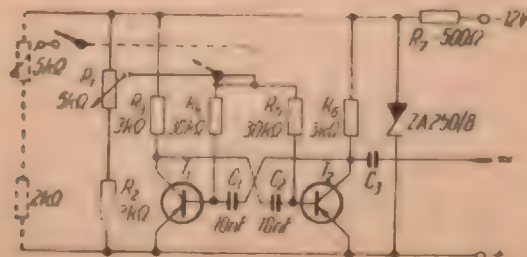


Fig. V.6. Schema de principiu a unui multivibrator pentru 800-2 000 Hz.

bobinează pe suport cilindric din material izolat cu diametrul de 7,5 mm și miez reglabil de ferocart. Conductorul are diametrul de 0,12 mm și este izolat cu email.

În fig. V.6 se prezintă schema unui multivibrator care, după cum s-a mai amintit, asigură reglajul uniform al frecvenței (în cazul de față între 800 și 2 000 Hz, corespunzător, de exemplu, pentru modificarea vitezei unui motorăș din schema receptorului).

Valoarea frecvenței este stabilită de mărimea rezistențelor  $R_4$ ,  $R_5$  și capacităților  $C_1$ ,  $C_2$ , iar amplitudinea semnalului de reglează cu potențiometrul  $R_1$  de 5 kΩ. Forma impulsului este aproximativ dreptunghiulară.

În fig. V.7 se prezintă schema de principiu a unui emițător, cu posibilitatea de a transmite trei comenzi. Frecvența purtătoare este tot de 27,12 MHz, iar oscilatorul, pilotat cu cristal de cuarț.

Partea de înaltă frecvență este deosebită de a schemelor anterioare, prin felul cum se aplică modulația de pe colectorul lui  $T_3$  (amplificator final de audiofrecvență).

Frecvența de modulație este cuprinsă între 2 și 12 kHz.

Prin mici completări se pot realiza 5 sau 9 comenzi.

Butoanele  $S_4$ — $S_6$  dau posibilitatea alegerii uneia din cele trei frecvențe.

O schemă completă, în care se indică și valorile de execuție, destinată emiterii semnalelor pe trei canale, este prezentată în fig. V.8. Oscilatorul de radiofrecvență (27,12 MHz) este pilotat cu cristal de cuarț.

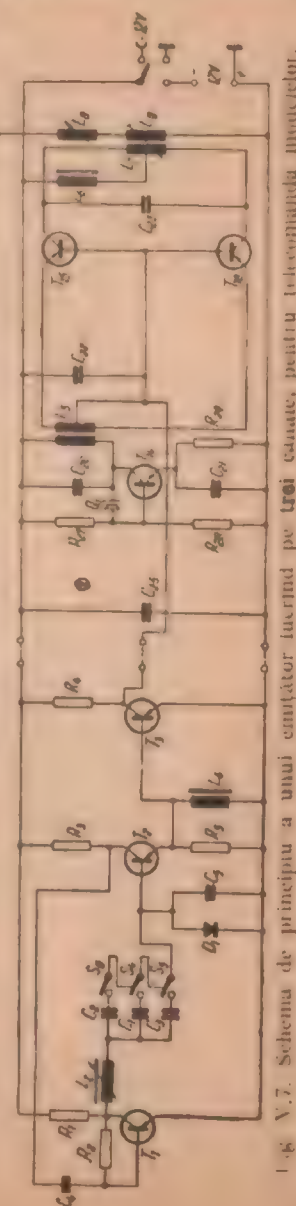
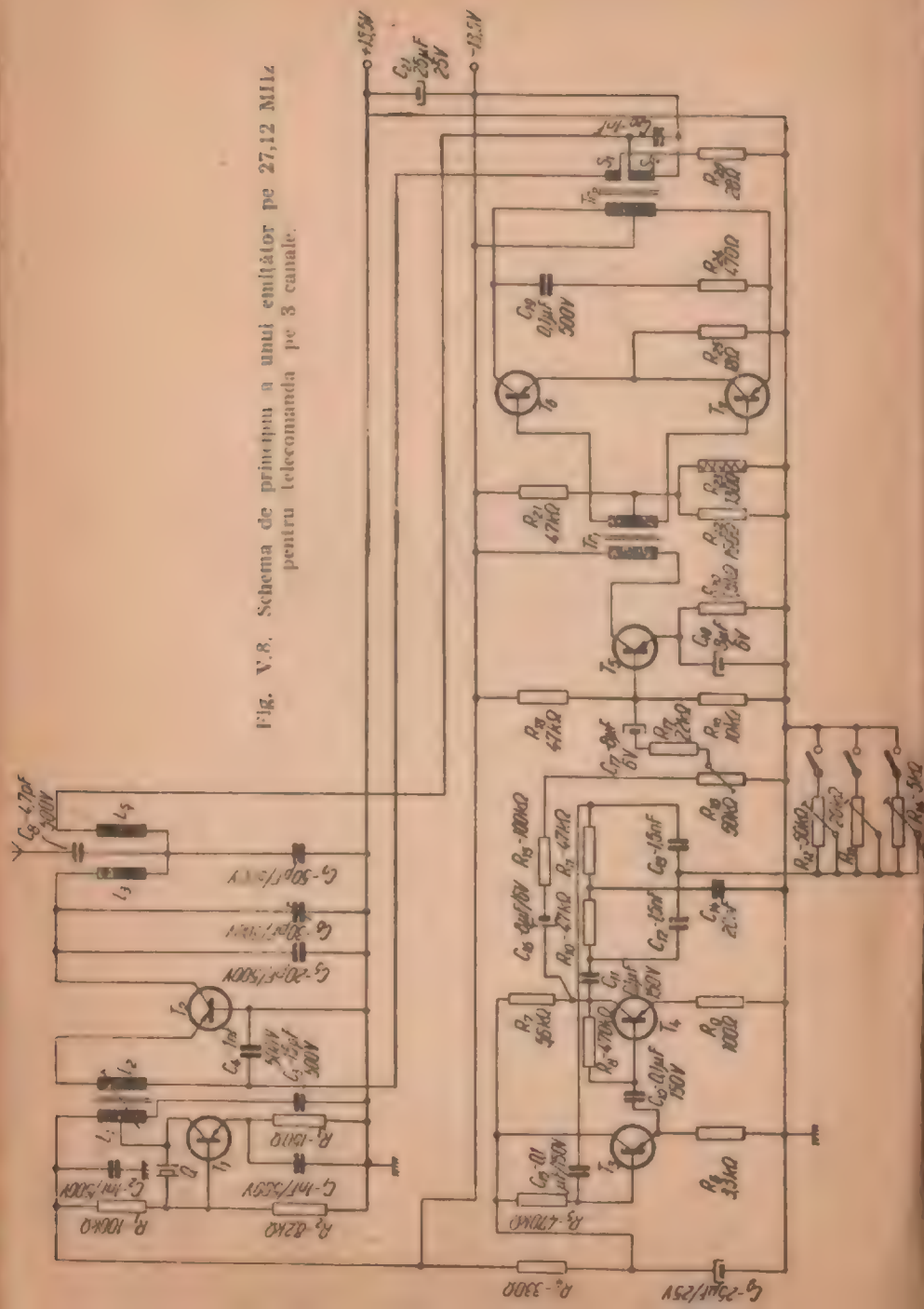


Fig. V.7. Schema de principiu a unui emițător lucrând pe trei canale, pentru telecomandă modulator.



Fig. V.8. Schema de principiu a unui emițător pe 27,12 MHz pentru telecomanda pe 3 canale.



Tranzistorul oscilatorului este de tip OC 614 sau AF 112. Etajul final al emițătorului cuprinde un tranzistor  $T_2$  de tip AFZ 10 sau AF 112 L.

Antena (în  $\lambda/4$ ) are lungimea de 2,62 m. Se poate folosi și o antenă telescopică. Ca generator de audiofrecvență se utilizează schema de tip dublu T, cu două tranzistoare (tip OC 604 sau OC 304).

Gradul de modulație se reglează cu potențiometrul  $R_{16}$  de 50 k $\Omega$ . Amplificatorul de audiofrecvență este echipat cu tranzistorul  $T_6$  de tip OC 604 sau OC 308 și etajul final, în contratimp, cu tranzistoarele  $2 \times$  OC 604 sau  $2 \times$  OC 308.

Transformatorul final  $Tr_2$  are secundarul compus din două înfășurări, astfel încât modulația va fi aplicată în emițător pe două căi.

Inductanța  $L_1$  cuprinde  $2 \times 10$  spire CuEm, 0,5 mm bobinate pe suport de trolit, cu diametrul de 7 mm și miez de ferocart.

Inductanța  $L_2$  are 2 spire din liță de înaltă frecvență, iar  $L_3$ , 14 spire din conductor CuEm, 0,8 mm, pe suport de trolit, cu diametrul de 9,5 mm, fără miez magnetic.

Inductanța de șoc pentru radiofrecvență este la fel ca cea din fig. V.1

Transformatorul de cuplaj  $Tr_1$  are miezul de 0,25 cm<sup>2</sup>. Primarul cuprinde 1 500—2 000 spire, bobinate din conductor de 0,05—0,07 mm, iar secundarul — 500 spire cu priză mediană. Conductorul folosit este același ca în primar.

Transformatorul de ieșire  $T_{r_2}$  are secțiunea miezului de 0,5 cm<sup>2</sup>. Bobina primară are 800 spire, cu priză mediană, conductorul fiind CuEm, 0,2 mm. Secundarul  $S_1$  are 50 spire, iar  $S_2$  — 420 spire, din conductor cu aceleași dimensiuni ca în primar.

Valorile frecvențelor de modulație depind de elementele  $C_{12}$ ,  $C_{13}$ ,  $C_{14}$ ,  $R_{12}$ ,  $R_{14}$  și sînt indicate în tabela următoare.

$C_{13} = C_{13}$	$C_{14}$	$R_{12} + R_{14}$	$f_0$
5 nF	50 nF	5-50 kΩ	400-800 Hz
3,3 nF	30 nF	5-50 kΩ	620-1 100 Hz
1,5 nF	20 nF	5-50 kΩ	1 060-2 200 Hz
1 nF	10 nF	5-50 kΩ	1 700-3 300 Hz



Emitătorul acoperă o suprafață cu raza de aproximativ 500 m, ceea ce este mulțumitor pentru navomodele. Totuși, pentru aeromodele este necesar un emițător cu puteri mai mari în antenă.

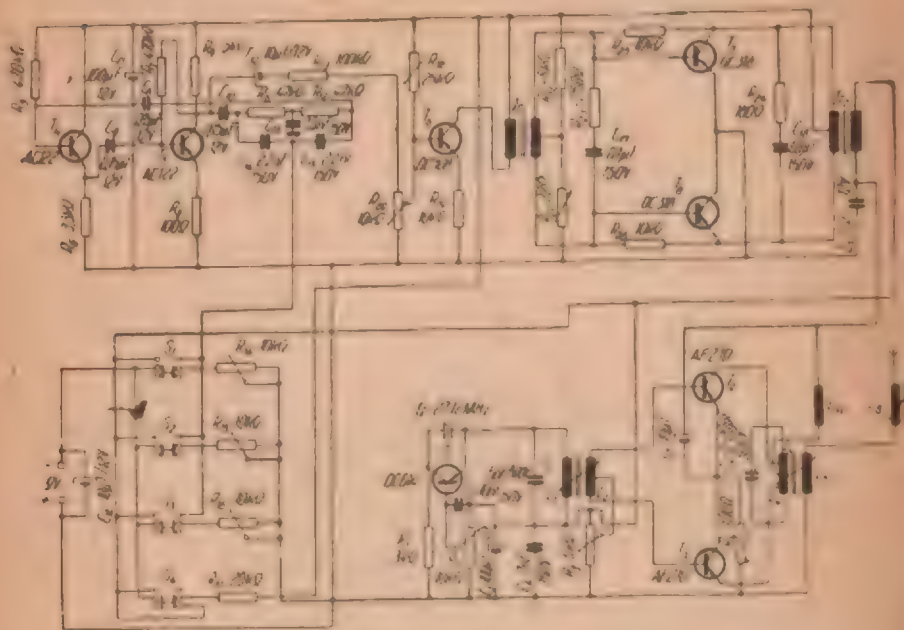


Fig. V.9. Schema de principiu a unui emițător cu patru canale pentru telecomanda modelelor.

Pentru acoperirea unui teren cu raza de 2—3 km se utilizează, de obicei, un emițător al cărui etaj final este în contratimp.

În fig. V.9 se prezintă schema unui emițător tranzistorizat lucrând pe patru canale.

Partea de radiofrecvență este asemănătoare schemelor descrise și folosește o antenă telescopică de 125 cm, acordată cu bobina variabilă  $L_5$ .

Cu modulația cuplată, emițătorul are un consum în curent continuu de 180 mW, pentru o tensiune de alimentare de 9 V. În gol consumă 75 mW.

Schema generatorului de joasă frecvență este astfel concepută, încât asigură modulația recomandată de 100% (nu se va depăși acest procent).

Valoarea necesară a semnalului în joasă frecvență este obținută cu ajutorul etajului final, echipat cu două tranzistoare ( $T_7$ ,  $T_8$  — OC 318), montate în contratimp.

Punctul de funcționare și puterea etajului final se stabilesc prin polarizarea bazei cu ajutorul rezistenței  $R_{21}$ .

Etajul inversor este realizat cu tranzistorul  $T_6$  — OC 308, al cărui punct de funcționare se alege prin modificarea rezistenței  $R_{18}$ . Se va regla polarizarea bazei în așa fel, încât curentul de colector să fie de aproximativ 3 mA.

Semnalul final de modulație se aplică pe bobina  $L_4$  a emițătorului prin bobina de șoc  $L_5$  de 2,5 mH (modulația aplicată la ieșirea semnalului de radiofrecvență s-a dovedit a fi cea mai convenabilă, întrucât nu stingherește buna funcționare a tranzistoarelor în radiofrecvență). Generatorul de audiofrecvență este sinusoidal. Se observă că rezistențele  $R_{14}$ ,  $R_{15}$ ,  $R_{16}$  sînt destinate pentru reglarea frecvenței. Aceste rezistențe pot avea valori diferite, acționîndu-se în orice moment un singur buton, sau aceleași valori, obținîndu-se diferite frecvențe prin acționarea consecutivă a două sau trei butoane. Se pot obține trei valori în limitele 75—2 400 Hz. De exemplu, se obțin 2 400 Hz cînd butonul  $S_1$  este cuplat, iar rezistența  $R_{14}$  are valoarea 2,5 kΩ.

A patra comandă se realizează prin cuplarea butonului  $S_4$ , care pune în funcțiune numai partea de radiofrecvență.

Caracteristicile bobinelor circuitelor oscilante de înaltă frecvență sînt indicate în tabela ce urmează.

Bobina	Inductanța μH	Numărul de spire	Diametrul conductorului mm	Prize
$L_1$	1,25	15	0,4(cupru-email)	—
$L_2$	1,2	8	0,4(cupru-email)	La spira 4
$L_3$	1,2	6	1 (cupru-email)	La spira 2
$L_4$	1,2	6	1 (cupru-email)	La spira 2
$L_5$	1,2	6	1 (cupru-email)	—
$L_6$	1,14	9	0,4(cupru-email)	—

Toate bobinele au același fel de carcasă, de trolit, cu diametrul de 7 mm și miez de ferocart.



Transformatorul inversor  $Tr_1$  și cel de ieșire  $Tr_2$  din schema modulatorului sînt identice cu cele din schema precedentă.

Aeromodelele, de multe ori, necesită mai mult de patru comenzi și chiar cîte două în același timp. În schema din fig. V.9 partea de radiofrecvență poate fi considerată identică cu cea din fig. V.1.

Modulația de tip Heysing este aplicată pe colectorul tranzistorului final AF 115, prin bobina de șoc de înaltă frecvență  $L_5$ .

Se folosește, pentru modulație, două generatoare de joasă frecvență, cu trei frecvențe de lucru.

Modulatorul A (fig. V.10) este reglat din potențiometrele  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  pe frecvențele 400, 600 și 900 Hz.

Bobina de șoc  $L_1$  are 3 000 spire din CuEm, 0,1 mm, înfășurate pe miez de 1 cm<sup>2</sup>.

Al doilea modulator (fig. V.11) furnizează frecvențele 1 080, 1 320 și 1 610 Hz.

Transformatorul are miezul de 1 cm<sup>2</sup>. Bobina primară are 3 000 spire din conductor CuEm, 0,1 mm și cea secundară — 200 spire din conductor CuEm, 0,3 mm.

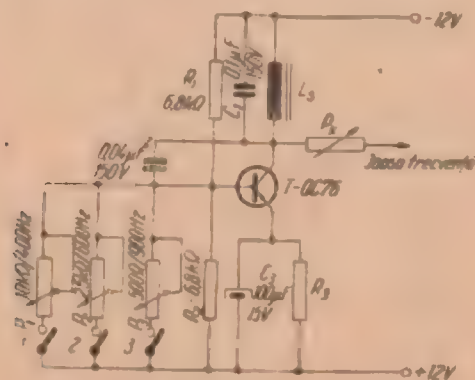


Fig. V.10. Schema de principiu a modulatorului A.

În încheierea capitolului se prezintă o variantă de emițător pentru 9 comenzi (fig. V.12). Emițătorul lucrează tot pe 27,12 MHz și are un cîmp de acțiune cu raza pînă la 3—4

km. Asupra lui nu se revine, deoarece este asemănător cu cele precedente.

Cele 9 semnale de modulație nu se pot cupla decît succesiv.

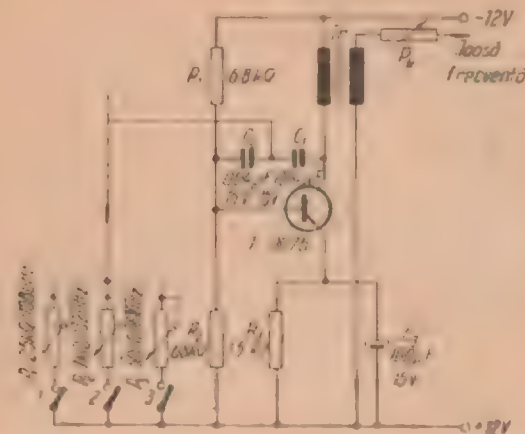


Fig. V.11. Schema de principiu a modulatorului B.

Circuitele tranzistoarelor  $T_{11}$ ,  $T_{12}$ ,  $T_{13}$  constituie un oscilator de impulsuri dreptunghiulare cu frecvența de 300 Hz. Aceste impulsuri au rolul de a comanda etajul tranzistorului  $T_{10}$  în ritmul de 300 Hz astfel: impulsul negativ de curent, ce se trimite de la generatorul de 300 Hz la baza tranzistorului  $T_3$  (sau  $T_6$ ,  $T_9$ ), îl obligă pe acesta să conducă. În timpul cît conduce, se pot transmite la tranzistorul  $T_{10}$  și semnalele de audiofrecvență din generatorul corespunzător (înzestrat cu tranzistorul  $T_1$  sau  $T_4$ ,  $T_7$ , prin acționarea unuia din butoanele  $S_1$ — $S_{12}$ ).

Tranzistorul  $T_{10}$  amplifică semnalul de audiofrecvență provenit de la unul din cele trei generatoare amintite, modulat cu impulsurile de 300 Hz, după care îl trimite în etajul final de emisie.

După cum se observă, schema dă posibilitatea realizării unui număr mare de canale și se consideră că este indicată pentru executarea modelelor mai complexe.



SCHEME PRACTICE DE RADIORECEPTOARE PENTRU  
TELECOMANDA MODELELOR

Schema unui receptor tranzistorizat pentru telecomanda modelelor, echipat cu trei tranzistoare, este prezentată în fig. VI.1. Sensibilitatea acestui receptor este mai bună de  $5 \mu\text{V}$ , iar ca element de comandă acționează un singur releu cu rezistența înfășurării (în curent continuu) de  $300 \Omega$ .

Etajul de radiofrecvență este o superreacție. Oscilațiile de superreacție care iau naștere în circuitul emitorului tranzistorului  $T_1$  trec pe colector prin condensatorul  $C_4$ .

Condensatorul  $C_5$  întoarce pe bază o parte din oscilații, pentru întreținerea lor.

Montajul este realizat pentru o frecvență de  $27,12 \text{ MHz}$  și are o stabilitate bună la temperatură (până la  $60^\circ\text{C}$ ), ca urmare a folosirii termistorului  $Th$  de  $47 \text{ k}\Omega$  în circuitul emitorului.

Transformatorul de joasă frecvență  $Tr$ , cu raport de transformare  $1:5$ , asigură trecerea semnalului de audio-

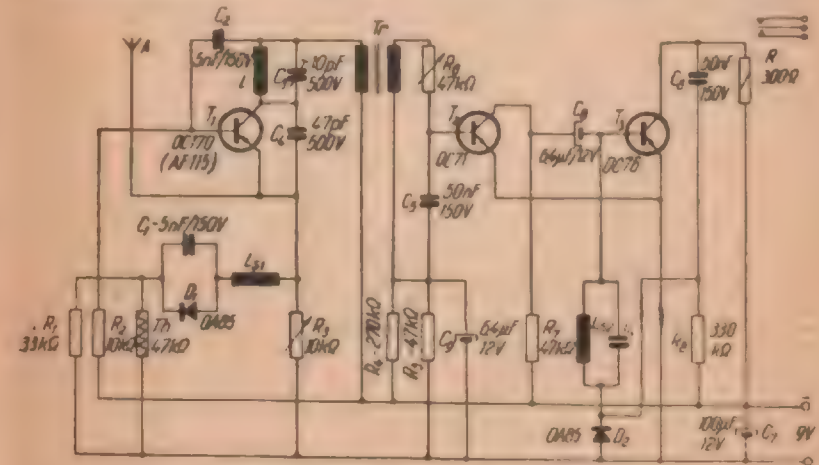
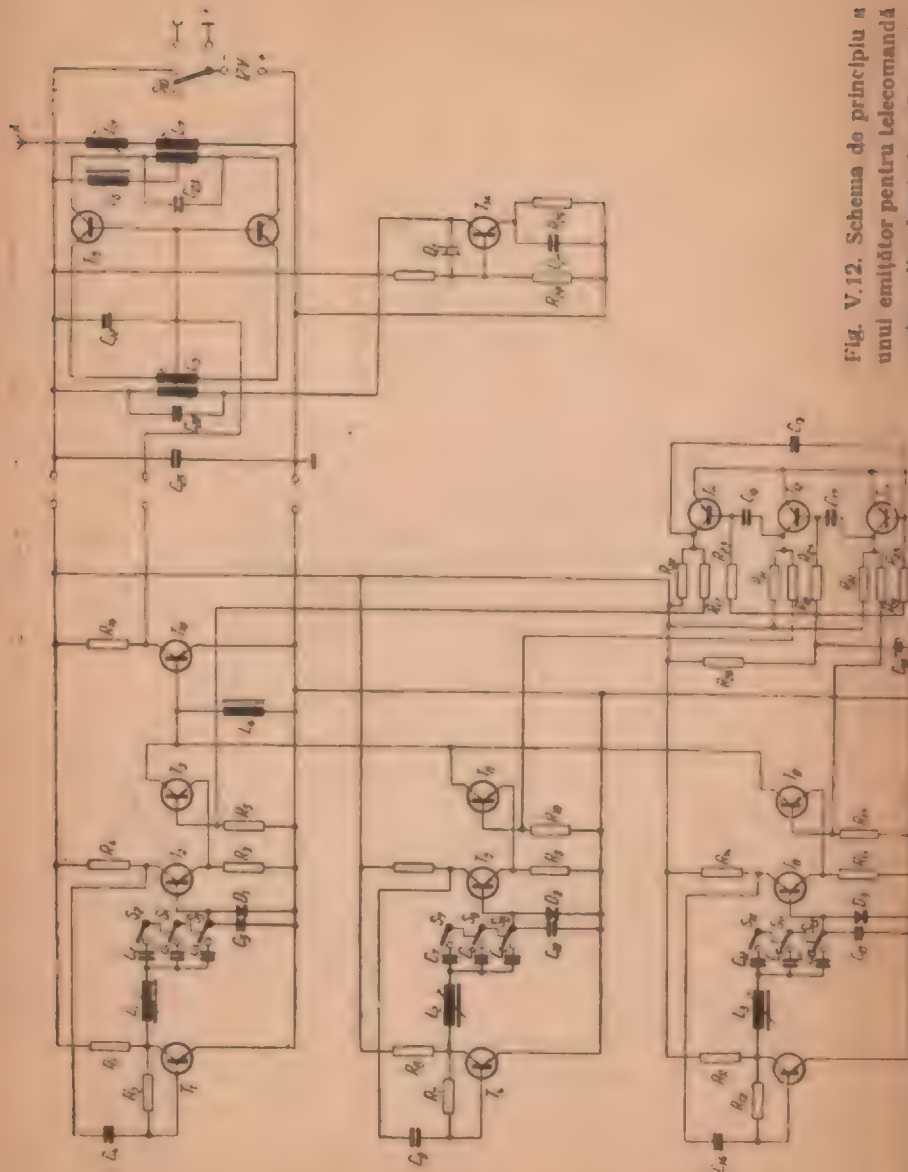


Fig. VI.1. Schema de principiu a unui receptor monocanal tranzistorizat.

frecvență, pe baza primului etaj de joasă frecvență. Reglarea volumului se face cu potențiometrul  $R_6$  (cele două tranzistoare de frecvență audio lucrează în montaj cu emitorul comun).

Fig. V.12. Schema de principiu a unui emițător pentru telecomandă prin radio, lucrând pe 9 canale.





Schema prezentată este realizată pentru o frecvență de modulație de 650 Hz.

Bobina de acord  $L$  are 20 spire, bobinate una lângă alta, cu conductor de 0,6 mm (izolație din plastic sau bumbac), pe carcasă de trolit de 10 mm.

Bobina de șoc  $L_s$  se confecționează într-o rezistență de  $1\text{ M}\Omega/0,5\text{ W}$ , pe care se bobinează un singur strat spirală lângă spirală, până cînd se acoperă complet rezistența, din conductor CuEm, 0,1—0,12 mm. Capetele bobinei se conectează la capetele rezistenței.

Bobina filtrului de 650 Hz ( $L_f$ ) cuprinde 600 spire, bobinate din conductor CuEm, 0,15 mm, pe o bară de ferită de 30 mm lungime, cu diametrul de 10 mm.

Transformatorul de cuplaj  $Tr$  are secundarul cu 200 spire CuEm, 0,1 mm, iar primarul — 1 000 spire din conductor CuEm, 0,05—0,1 mm. Se folosește un miez de  $0,25\text{ cm}^2$  fără întrefier.

În fig. VI.2 se prezintă schema unui adaptor ce dă calitatea receptorului de a selecta două comenzi distincte. De fapt, particularitatea constă în aceea că după penultimul tranzistor  $T_2$  se conectează două etaje, fiecare prin câte un potențiomtru de volum,  $R_3$  sau  $R_4$ .

Filtrul  $LC$  are aceeași construcție ca în schema precedentă, însă se va acorda pe frecvența dorită.

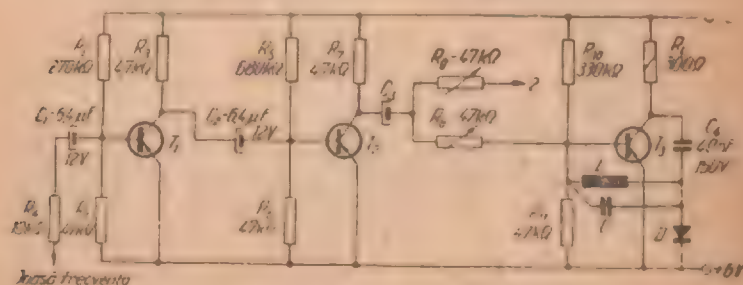


Fig. VI.2. Schema de principiu a unui adaptor pentru două canale.

Varianta din fig. VI.3 este schema unui radioreceptor cu o bună stabilitate în funcționare, care lucrează pe 27,12 MHz și este destinat unei singure comenzi. La acest radioreceptor se poate adapta un releu rezonant pentru selectarea mai multor comenzi, după indicațiile din fig. VI.4.

Transformatorul  $Tr$  este identic cu cel din fig. VI.3. Pentru etajul de radiofrecvență (fig. VI.3) se va ține seamă de câteva particularități. Valoarea lui  $C_1$  este diferită de la tranzistor la tranzistor. Pentru ca să nu se producă o

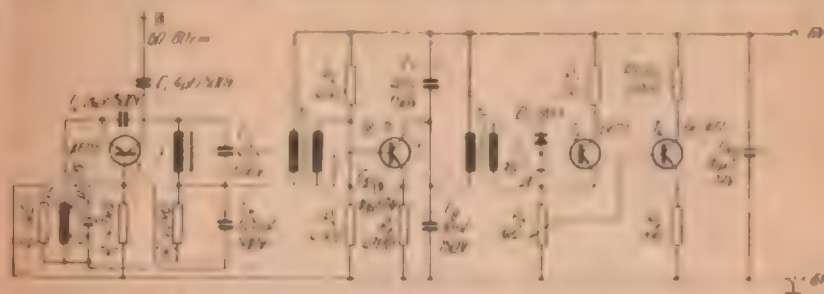


Fig. VI.3. Schema de principiu a receptorului la care se poate adapta un releu rezonant.

deplasare a frecvenței, pentru tipul AF 115 este indicată valoarea de 24 pF.

În ceea ce privește regimul de funcționare a etajului,

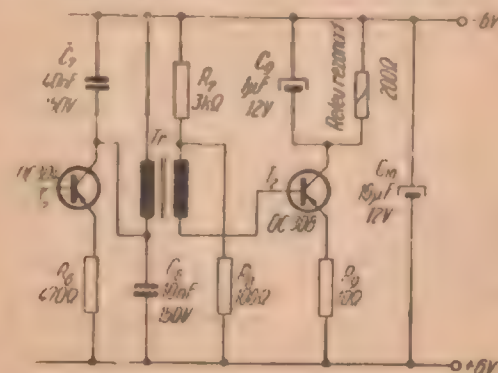


Fig. VI.4. Schema de adaptare a releului rezonant la un receptor monocanal.

se observă că el este fixat prin alegerea valorilor rezistențelor  $R_2$  și  $R_3$  cu care trebuie să se obțină curentul de colector indicat în catalog.

Amplitudinea semnalului de joasă frecvență este determinată de capacitatea  $C_5$ . O valoare prea mare determină autooscilații (fluierături). În cazul schemei din fig. VI.3, valoarea maximă va fi 32  $\mu\text{F}$ .



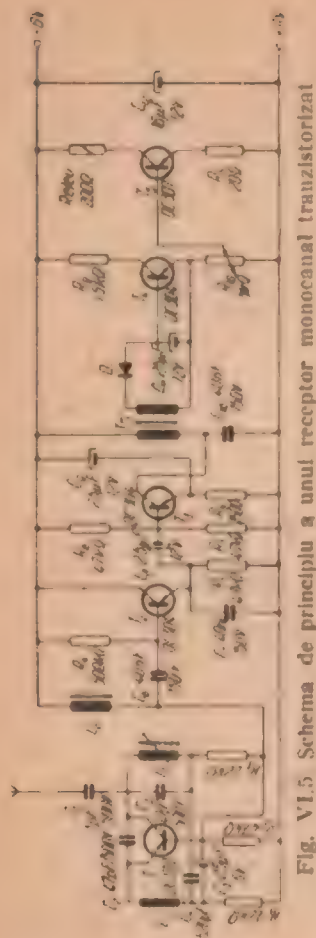


Fig. VI.5 Schema de principiu a unui receptor monocanal tranzistorizat

Condensatorul  $C_7$ , împreună cu primarul transformatorului  $Tr_2$ , constituie un circuit rezonant pentru joasă frecvență.

Pentru acordul filtrului pe alte frecvențe, mai ușor se poate schimba valoarea lui  $C_7$  decât înfășurarea transformatorului. De exemplu, pentru 400 Hz,  $C_7$  are 40 nF. Armonicile nedorite sunt tăiate de  $C_8$ . În etajul final se reglează sensibilitatea releului prin poziția lui  $R_8$ , astfel încât la întreruperea emițătorului să existe o declanșare sigură a releului.

Radioreceptorul are o sensibilitate de 5  $\mu$ V, iar în joasă frecvență, pentru 400 Hz, de 2 mV.

Alimentarea se face la 6 V (baterii de 225 mA).

Consumul este de 2 mA — în repaus — și de 25 mA — în sarcină. Randamentul ajunge la 85%.

Inductanța  $L$  are 7 spire, din conductor CuEm, 0,3 mm, înfășurate pe carcasa de trolit, cu diametrul 7,5 mm și miez de ferocart. Bobina de șoc de înaltă frecvență  $L_1$  este confecționată din conductor CuEm, 0,12 mm, bobinat pe o rezistență de 1 M $\Omega$ /0,5 W și are o inductanță de 55  $\mu$ H.

Transformatoarele de cuplaj  $Tr_1$ ,  $Tr_2$  sînt identice cu transformatorul

$Tr$  din schema precedentă (VI.1).

În fig. VI.5 se prezintă o altă variantă de radioreceptor pentru telecomandă. Cuplajul între etajele 2 și 3 este de tip RC, ceea ce reduce greutatea aparatului prin eliminarea transformatorului.

Folosind și un releu miniatură de 200  $\Omega$ , aparatul este redus la greutatea de 45 g. A fost necesară, în schimb, adăugarea celui de al 5-lea tranzistor. Deosebirea față de schema precedentă constau în introducerea bobinei de șoc de audio-

frecvență  $L_2$ , precum și în micșorarea capacității  $C_5$  pînă la 2,4  $\mu$ F, pentru eliminarea autooscilațiilor.

Bobina de șoc de înaltă frecvență  $L_1$  are o inductanță de 55  $\mu$ H și este identică cu cea din fig. VI.3.

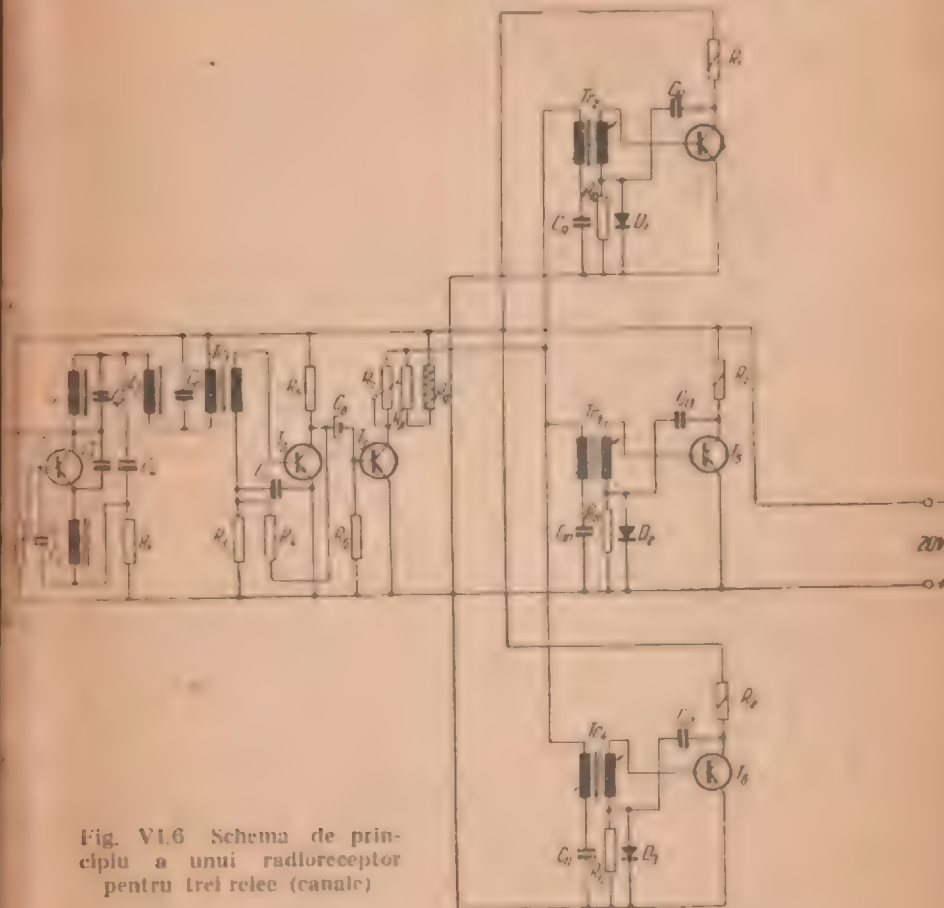


Fig. VI.6 Schema de principiu a unui radioreceptor pentru trei relee (canale)

Inductanța  $L$  are 6 spire din conductor CuEm, 0,3 mm, pe carcasa de trolit de 7,5 mm diametru, cu miez de ferocart. Bobina de șoc de audiofrecvență  $L_2$  este de înaltă rezistență ohmică; pe un miez magnetic din tole silicioase de 18  $\times$  8 mm se bobinează un conductor CuEm, 0,08—0,1 mm, pînă se obține o inductanță de aproximativ 500 mH. Transformatorul de cuplaj  $Tr$  și releul sînt identice cu cele din fig. VI.3.



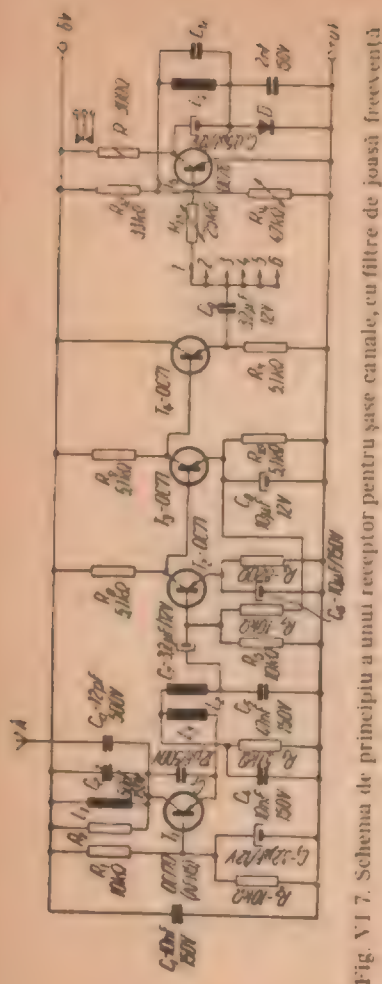


Fig. VI.7. Schema de principiu a unui receptor pentru șase canale, cu filtre de joasă frecvență

Alimentarea se asigură de la o sursă miniatură de 6 V.

Radioreceptorul, a cărui schemă se prezintă în fig. VI.6, este destinat pentru lucrul pe trei canale. Se observă că față de cele prezentate până acum, nu există deosebiri esențiale. Se folosesc trei etaje finale, cuplate prin transformatoarele  $Tr_2$ ,  $Tr_3$  și  $Tr_4$ , acordate fiecare pe câte o frecvență deosebită. Cele trei rele pot acționa mai multe contacte pentru a îndeplini cerințele schemei auxiliare impuse.

Schema este astfel concepută, încât să poată funcționa în cazul mai multor semnale recepționate în același timp. Ea lucrează numai la semnale de modulație triunghiulare, emise de un emițător special construit. La cele sinusoidale se manifestă fenomenul de interferență.

Un alt cuplaj receptor-emițător se obține prin utilizarea variantei din fig. VI.7, cu emițătorul din fig. V.4.

Cele 6 comenzi pe care încrează ansamblul fac posibilă utilizarea instalației la aeromodele, navomodele sau alte aplicații.

Receptorul prezentat este o superreacție care lucrează pe 27,12 MHz. Frecvența de superreacție are valoarea de 80 kHz și este generată de circuitul  $C_4L_3$  din emitorul tranzistorului  $T_1$ . Circuitul  $C_5L_2$  constituie filtrul pentru înaltă frecvență.

Etajele 2 și 3 au conectat între ele un circuit de contra-reacție prin rezistența  $R_7$  între emitorul tranzistorului  $T_3$  și baza tranzistorului  $T_2$ . După etajul 4, semnalul, a cărui amplitudine a fost fixată prin valoarea rezistenței  $R_{11}$  de

5 k $\Omega$ , se aplică pe 6 etaje identice, fiecare acordat pe o singură frecvență de modulație. Filtrul  $L_1C_{11}$  face posibilă selectarea frecvenței corespunzătoare unui singur canal. Fiecare etaj este prevăzut pe circuitul colectorului cu un releu de 300  $\Omega$ .

Dioda  $D$  redresează o parte din frecvența de superreacție și o folosește pentru negativarea suplimentară a bazei, în lipsa impulsului recepționat.

Curentul colectorului  $T_5$ , în lipsa semnalului, nu depășește câțiva microamperi.

Dacă apare un semnal de frecvență egală cu cea a filtrului de rezonanță  $L_1C_{11}$ , tranzistorul  $T_5$  este deblocat și curentul din colector crește la 15 mA. Prin urmare, diferența curentului în cele două situații duce la o siguranță mare în funcționarea releului.

Inductanța  $L_1$  cuprinde 7,5 spire din conductor CuEm, 0,4 mm, bobinate una lângă alta, pe o carcasă de trolit, de diametru 5 mm, fără miez magnetic. Inductanțele  $L_2$ ,  $L_3$  se realizează bobinând 50 spire din conductor de 0,1 mm, pe o rezistență de 1 M $\Omega$ /0,5 W.

Bobina de șoc  $L_4$  este realizată pe o carcasă de trolit, cu miez de ferocart de 7  $\times$  11 mm și se bobinează din conductor de CuEm, 0,05 mm, est mai multe spire (după spațiul disponibil), astfel ca să se obțină o inductanță în jur de 500 mH.

Pentru capacitatea  $C_{11}$  se alege, experimental, o valoare corespunzătoare rezonanței pe frecvența de modulație ce interesează.

Instalația de selectare a frecvențelor de modulație cu ajutorul filtrelor LC îngreunează receptorul, fapt ce constituie un inconvenient. Din acest motiv, sînt preferate schemele în care sînt utilizate releele cu lame vibrante. Un asemenea releu de construcție miniaturizată asigură calități superioare în ceea ce privește greutatea receptorului și numărul mare de canale. Ca exemplu, în fig. VI. 8 se prezintă schema unui receptor simplu, cu trei tranzistoare, care acționează releul rezonant pentru 8 canale.

Acest receptor lucrează pe 27,12 MHz și se poate utiliza, împreună cu emițătorul descris pentru 3, 6 sau 9 comenzi, cu condiția ca semnalele de modulație să se acordeze pe frecvența de rezonanță a lamelor vibrante și să fie emise pe rînd (în caz contrar se produce o interferență la care releul nu mai dă rezultatele scontate).



Transformatorul de cuplaj  $Tr$  are raportul 1 : 5. Releul

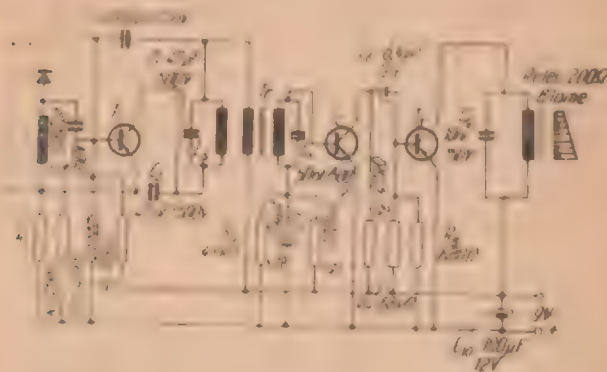


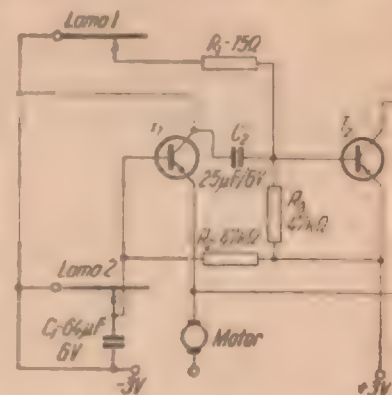
Fig. VI.8. Schema de principiu a receptorului cu 8 lame vibrante

A circuit diagram showing a lamp labeled "LAMP 100W/250V" connected in series with a parallel combination of a capacitor and a branch labeled "Utilizzo". The capacitor is labeled "2µF/12V". The input is labeled "Alimentazione".

Fig. VI.9. Circuit de integrare.

Scinteile care apar la contact, în ritmul de vibrație a lamei, sînt un mare inconvenient. Ele produc defectuni în scurt timp circuitului de utilizare. De aceea, se preferă alte variante de integrare, de obicei înzestrate cu cite un tranzistor pentru fiecare lamă, montat ca amplificator de curent continuu.

Se presupune că este acționată lama vibrantă 1. Impulsurile de curent sînt trimise prin rezistența  $R_1$  la baza tranzistorului  $T_2$ . Acesta le amplifică, iar curentul său de colector, care a crescut, acționează motorul într-un anumit sens.



**Fig. VI.10. Schema de principiu a integratorului cu tranzistoare.**

Cînd este acționată lama vibrantă 2, se trimite impulsurile de curent pe baza tranzistorului  $T_1$ . Acesta, de asemenea, le amplifică, iar curentul de emitor, care a crescut, acționează în sens contrar motorul  $M$  (intruelt determină la bornele motorului o polaritate inversă față de cazul descris anterior).

Varianta din fig. VI.11 conține și tuburi cu tranzistoare pentru 8 canale.

Etajul de radiofrecvență poate fi acordat în limitele 27—29 MHz, cu ajutorul miezului bobinei  $L$ . Tubul 1 ПЗБ primește tensiunea anodică de la un vibrator electronic înzestrat cu tranzistorul  $T_4$ —ПЗБ. Rezistența  $R_2$  asigură sensibilitatea prin fixarea tensiunii anodice, care este cuprinsă între 50 și 55 V.

Dacă nu se obține totuși tensiunea necesară, se modifică prin tatonări valoarea rezistenței  $R_7$ .

Buna funcționare a lamelor vibrante se obține și prin alegerea (prin tatonări) valorii rezistenței  $R_3$ , în jurul a 30 k $\Omega$ . Releul rezonant are 8 lame vibrante, lucrând pe frecvențele 200—300 Hz.

Inductanța  $L$  cuprinde 17 spire (cu priză mediană), din conductor CuEm, 0,5 mm, bobinate cu pasul de 1 mm pe carcasă din sticlă organică de 10 mm.

Miezul este de ferocart, cu diametrul de 3 mm. Bobina de șoc  $L$ , este confecționată pe o rezistență de 1 M $\Omega$ , 0,5 W pe care s-au înfășurat 50—70 spire din conductor de 0,10—0,12 mm.



Transformatorul vibratorului are un miez toroidal din bandă de permalloy, cu diametrul interior de 12 mm și secțiunea de 0,2 cm<sup>2</sup>. Înfășurarea I are 80 spire bobinate

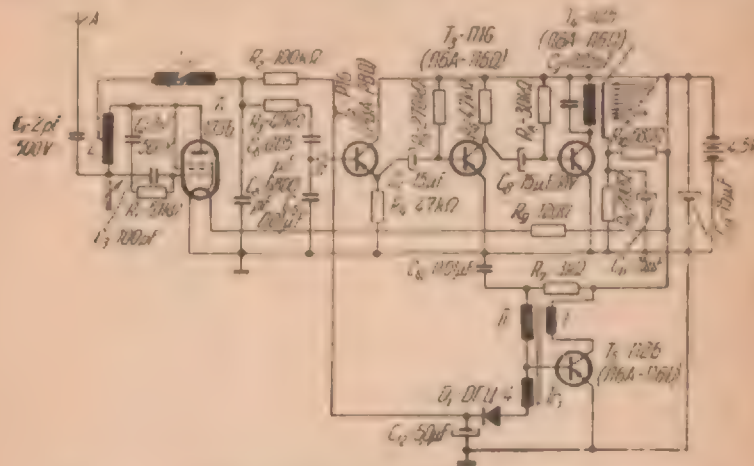


Fig. VI.11. Schema de principiu a receptorului pentru 8 canale.

din conductor CuEm, 0,2 mm, într-un singur strat. Înfășurările II—III au câte 80 spire din același conductor.

Releul rezonant are o rezistență de 120 Ω și folosește conductor de 0,12—0,15 mm.

Pentru a conecta releul de utilizare cu lamele, fără a deteriora contactele prin seintiere, trebuie să se introducă un tranzistor suplimentar care, prin amplificarea sa în curent continuu, asigură anclanșarea releului.

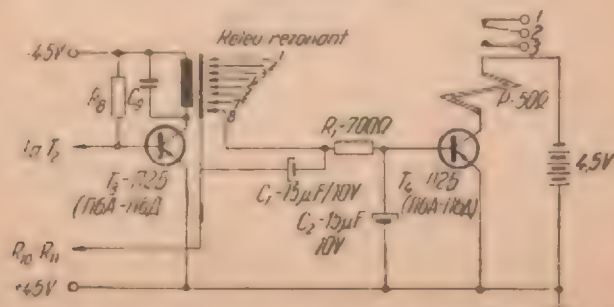


Fig. VI.12. Conectarea releului de utilizare P cu lamele vibrante, prin intermediul unui etaj amplificator.

În varianta din fig. IV.12 este prezentată o schemă ce îndeplinește condiția amintită.

Rezistențele  $R_{10}$ ,  $R_{11}$  reduc tensiunea sursei la o valoare admisă pentru baza tranzistorului П2Б.

Polarizarea bazei se face prin capacitatea  $C_2$  de 15 μF și rezistența  $R_1$  de 700 Ω.

Cînd vibrează o lamă, se stabilește circuitul bazei cu sursa. În pauzele vibrațiilor, capacitatea  $C_2$  menține continuu polarizarea bazei și tranzistorul conduce. El debitează în stare de lucru în emitor (în releu) un curent de 80—100 mA, cu toate că în circuitul bazei curentul nu depășește 0,6—0,8 mA.

Cînd nici o lamă nu vibrează, curentul de repaus prin releu este de 1—5 mA.

Există, deci, o diferență mare în cazul celor două situații și, în consecință, o funcționare bună a releului.

Sursa de alimentare de 4,5 V poate fi comună cu a receptorului. Pentru cazul unui releu de forță ce necesită un curent de anclanșare mai puternic, se va intercala încă un tranzistor, ca în varianta din fig. VI.13.

În încheiere, în fig. VI.14 se prezintă schema montajului pentru aplicarea telecomenzii prin radio la un model (automobil). Cu ajutorul acesteia se poate executa comanda

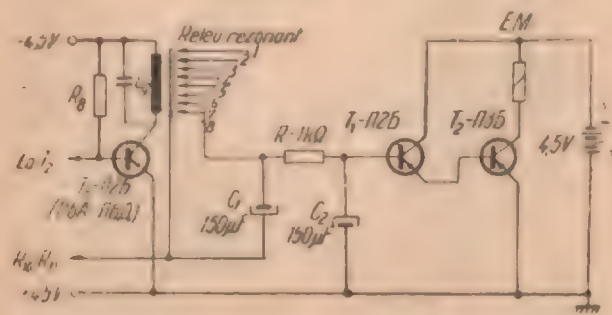


Fig. VI.13. Acționarea unui electromagnet puternic utilizînd două etaje amplificatoare.

pentru funcționarea „înainte”, „înapoi”, „stînga”, „dreapta” și „oprit”. Ultimele trei acționări sînt însoțite de semnalizări optice.

Schema reprezintă un receptor tip superreacție lucrînd pe frecvența de 27—29 MHz, iar releul rezonant are 5 lame (pentru 5 canale).



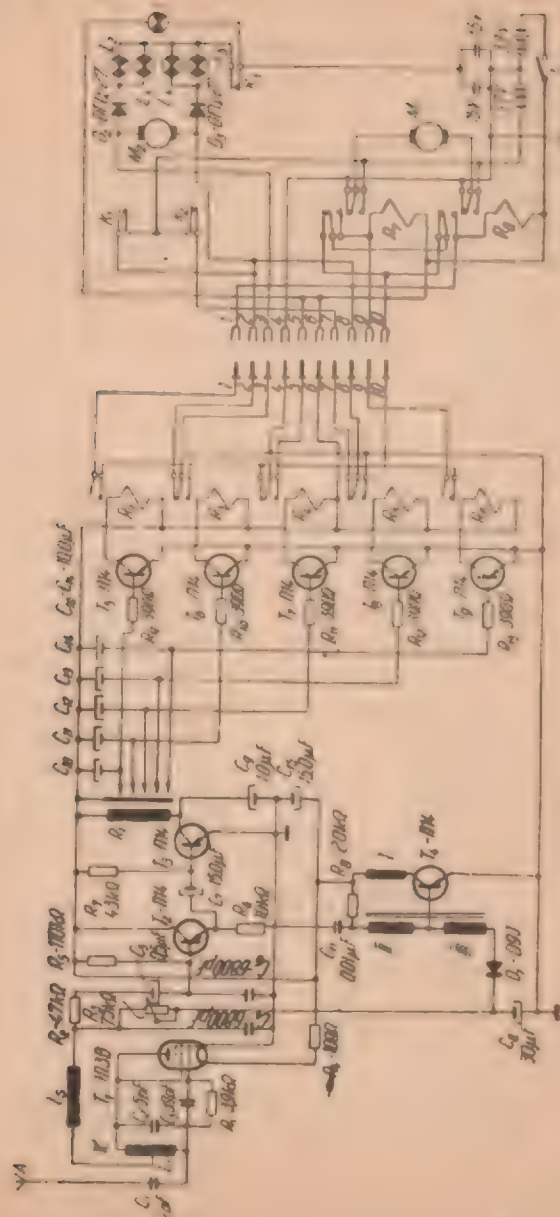


Fig. VI.14. Schema de principiu a receptorului pentru 5 canale.

Circuitul de radiofrecvență este înzestrat cu tubul 1П3Б, alimentat cu tensiunea anodică de 50—55 V de la un vibrator asemănător cu cel din schema precedentă.

Gradul oscilațiilor de superreacție se reglează prin modificarea rezistenței  $R_3$  de 75 k $\Omega$ .

În paralel cu releul de rezonanță se conectează o cască și se variază rezistența  $R_3$  pînă dispăre sunetul caracteristic. Se recomandă ca rezistența  $R_3$  să rămînă la o valoare mai mare cu 20—25% decît în cazul dispariției sunetului din cască.

În schema de acționare se folosesc motorase de putere de 2—5 W și 1 000—2 000 rot/min. Raportul total de transmisie a reductorului este de aproximativ 1/1 000.



Fig. VI.15. Releu rezonant cu lame vibrante:

a — schemă; b — realizarea practică;  
1 — miez magnetic; 2 — bobină; 3 — lamă vibrantă; 4 — șurub de reglaj; 5 — armătură.



Pentru comanda „înainte”, lucrează lama  $I$  care cuplează releul  $R_2$ . Acesta închide circuitul lui  $R_3$ , care pune în mișcare motorul  $M_1$ . Releul  $R_3$  rămâne autoanclanșat până la comanda „stop”, pentru care anclanșează releul  $R_4$  ce întrerupe circuitul lui  $R_3$ .

Pentru comanda „înapoi” anclanșează releul  $R_5$ , restul elementelor schemei fiind identice — ca în cazul comenzii „înainte”.

La comanda „dreapta” se conectează releul  $R_6$ , care închide circuitul motorului  $M_2$ . Acesta schimbă direcția roților până la acționarea limitatoarelor de cursă  $K_1$ , ce întrerup alimentarea motorului.

Becul de semnalizare a direcției se aprinde și se stinge în funcție de poziția limitatoarelor de cursă.

Explicația pentru schimbarea direcției la „stînga” este identică.

Rezistența ohmică a releelor este de  $50 \Omega$ .

Releul rezonant are o rezistență de  $120 \Omega$  și este executat cu conductor de  $0,12-0,15$  mm. Un exemplu de releu rezonant cu 3 lame vibrante este prezentat în fig. VI. 14. Acesta lucrează pe 350, 400 și 450 Hz, dar poate fi completat cu încă două lame pentru a corespunde schemei de față. Miezul este format din tole silicioase cu secțiunea de  $1 \text{ cm}^2$ . Lamele sînt confecționate din oțel de  $0,15 \times 3$  mm. Fiecare se reglează experimental pe frecvența sa, prin modificarea lungimii. Pentru început, se taie lama de 35—40 mm. Receptorul este pus în funcțiune și modulat pe cîte o frecvență succesiv. Se recomandă folosirea unui generator standard de la care se aplică primului etaj de joasă frecvență o tensiune de aproximativ 10—15 mV.

Bobina de acord  $L_1$  cuprinde 19 spire cu priză mediană, înfășurate din conductor de CuEm, 0,4 mm, pe carcasă de 10 mm, cu miez de aluminiu de 3 mm. Bobina de șoc  $L_{11}$  este identică cu cea din fig. VI. 11. Transformatorul (toroidal) vibratorului are un miez din bandă de permalloy, cu lățimea de 5 mm și grosimea de 0,05 mm. Secțiunea miezului este de  $0,25 \text{ cm}^2$ . Înfășurarea  $I$  are 200 spire, înfășurarea  $II$  — 100 spire și  $III$  — 300 spire, toate înfășurările fiind din conductor CuEm, 0,15—0,17 mm.

## INDICAȚII CONSTRUCTIVE ȘI REGLAJE

Exemplele de emițătoare și receptoare realizate, care s-au prezentat, lucrează pe frecvența de 27,12 MHz.

Constructorul unei instalații de genul celor descrise observă cu ușurință că există o mare posibilitate de combinații a emițătoarelor cu receptoarele.

Pentru început este nevoie să se impună numărul de comenzi ce trebuie transmise, ca apoi să se aleagă schemele pentru combinația dorită.

Se va ține seamă întotdeauna de frecvențele de modulație, care trebuie să fie aceleași la emițător și la receptor. De fapt, modulatorile emițătoarelor sînt astfel concepute, încît reglajul frecvenței să se facă ușor prin modificarea capacităților, reglarea miezurilor magnetice sau a potențio-metrelor.

Pentru alegerea unui ansamblu se procedează în felul următor: se alege schema unui receptor cu numărul de canale dorite și apoi se caută un emițător cu același număr de frecvențe modulatorie, fiecare acordate pe frecvența corespunzătoare pe care lucrează receptorul.

### 1. Indicații pentru emițătoare

Există și astăzi tendința de a se construi emițătoare pentru telecomandă în care circuitele de radiofrecvență să fie echipate cu tuburi, iar partea de joasă frecvență cu tranzistoare. Se consideră că o asemenea combinație nu mai are sens. De la o zi la alta apar tranzistoare cu caracteristici de frecvență tot mai bune. Problema înlocuirii unui tranzistor de o fabricație cu altul, de care se dispune, nu face obiectul prezentei lucrări, mai ales că există suficiente cataloage care pot ușura asemenea operații.

Totuși, se amintește că pentru circuitele de 27—29 MHz, atât ale emițătoarelor cît și ale receptoarelor descrise, pot fi înlocuite între ele următoarele tipuri de tranzistoare (cu condiția de a respecta tensiunea de polarizare a bazei și curenții de colector prescriși în cataloage: П 401—П 411 ( $f_a = 30 \dots 200$  MHz) cu 0A1, OC170, OC 614 și AF 115 și



cu tranzistoare de fabricație românească de tip: EFT-132, EFT-317 și EFT-320 ( $f_a = 30$  MHz).

Orice tip de tranzistor care are frecvența de lucru mai mare de 27 MHz poate fi utilizat, dacă se respectă condiția de funcționare prescrisă. Această condiție, specifică schemelor pentru telecomanda prin radio, este stabilitatea emițătorului în frecvență. De aceea, se recomandă din nou să se utilizeze cristalul de cuarț, fără de care va exista o instabilitate a frecvenței.

Trebuie avut în vedere factorul de calitate al pieselor din etajele de radiofrecvență. Capacitățile mici, de ordinul picofarazilor, vor avea izolația din trolit, calit sau stiroplex.

Bobinele se vor executa pe materiale izolante superioare cum ar fi trolitul sau calitul.

Ceea ce reține atenția în mod deosebit este acordul montajului în radiofrecvență și cuplarea cu antena. Prezența oscilațiilor etajului pilotat cu cuarț se constată într-un mod simplu, prin măsurarea curentului de colector sau de emitor. Se montează, deci, un miliampermetru pe emitor și se reglează elementele schemei despre care s-a amintit în capitolul precedent (rezistența de polarizare a bazei, capacitățile circuitelor oscilante) pînă se obține un minim de curent. Se trece apoi la acordul etajului final și al sistemului de cuplare cu antenă. Dacă se ia, de exemplu, schema din fig. V.4, se observă că antena este cuplată prin intermediul unui filtru de armonici în II (filtru Colins). Reglajul lui se face la fel ca în cazul emițătoarelor folosite în telecomunicații și se arată în continuare.

Se conectează antena la emițător prin intermediul ampermetrului termic (sau al unui bec obișnuit de consum mic: 1,25 V și 0,1 A). Pe emitorul tranzistorului final se conectează un miliampermetru cu care se urmărește curentul acestuia, care nu trebuie să depășească valoarea admisă.

Mai este necesar un măsurător de cîmp. Emițătorul are randamentul maxim cînd prin reglarea capacităților din filtrul Colins se obține o deviație maximă a acului ampermetrului termic (iluminarea maximă a becului) și o indicație maximă a instrumentului măsurătorului de cîmp plasat la cîțiva metri de emițător.

Dacă ampermetrul termic indică normal, dar măsurătorul de cîmp nu sesizează un maxim, acesta este cazul oscilațiilor parazite de frecvențe superioare sau inferioare celei utile, deci emițătorul nu lucrează corect.

Se mai poate folosi în locul măsurătorului de cîmp bucla lui Hertz, confecționată dintr-o spirală cu diametrul egal cu cel al bobinei și conectată la un bec cu neon. Cînd antena radiază undele utile, becul luminează puternic. Se potrivește

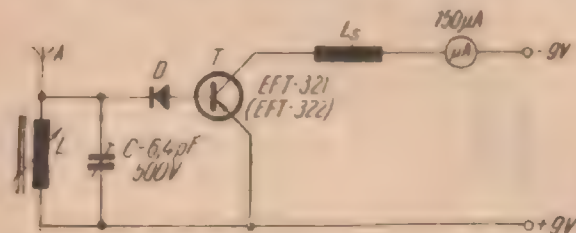


Fig. VII.1. Schema de principiu a unui măsurător de cîmp.

distanța față de emițător în așa fel, încît să se beneficieze de oputere observată la becul cu neon.

În fig. VII.1 se prezintă schema unui măsurător de cîmp.

Microampermetrul de 100—150  $\mu$ A nu este nevoie să fie etalonat, întrucît folosește numai pentru orientare.

Schema reprezintă un circuit oscilant acordat pe frecvența de 27,12 MHz, care recepționează semnalul, îl detectează, îl amplifică și îl trimite în instrumentul indicator. În timpul lucrului măsurătorul va fi plasat la cîțiva metri de emițător.

Bobina L are 11 spire din conductor CuEm, 0,6 mm, pe carcasă de 7 mm, cu miez de ferocart. Antena, de tip telescopic, are o lungime de 1,25 m.

Bobina de soc  $L_s$  are 2 000 spire (poate folosi și o cască telefonică de 200—500  $\Omega$ ).

## 2. Indicații pentru receptoare

Și la radioreceptoarele pentru telecomanda modelelor sînt valabile indicațiile date în capitolul precedent cu privire la folosirea altor tipuri de tranzistoare și alegerea pieselor cu calități corespunzătoare.

Montajele se execută pe plăcuțe din pertinax sau textolit de 1—2 mm grosime, urmărindu-se realizarea unui gabarit cît mai mic. Totuși, piesele vor fi astfel montate, ca să fie accesibile pentru verificări.



La tranzistoarele ce lucrează cu puteri de disipație mai mari ca 150 mW se recomandă radiatoare termice confecționate din tablă de cupru.

Punerea la punct este bine să se execute pentru fiecare etaj în parte. Se va acorda atenție fixării tensiunii de polarizare a bazei și limitării curențului de colector la valoarea admisă.

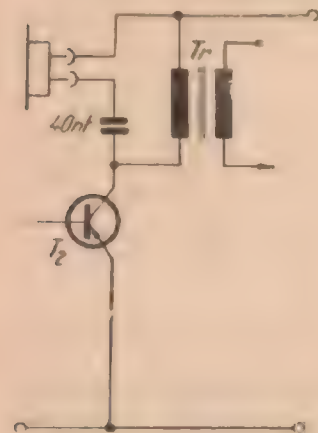


Fig. VII.2. Schema de conectare a căștii telefonice.

Reglarea receptorului pentru funcționarea optimă, în prezența semnalului de modulație, se execută astfel: se ia, de exemplu, cazul schemei din fig. VI.3. Se conectează o cască telefonică la transformatorul de cuplaj  $Tr_2$ , ca în fig. VII.2.

La distanța de 1—2 m de emițător trebuie să se audă puternic tonul de modulație, fără fluierături. Altfel, este nevoie să se mărească valoarea capacității  $C_2$  sau să se micșoreze  $C_3$ . Se conectează apoi casca în paralel cu releul de acționare și se introduce semnalul de modulație pe baza primului tranzistor din etajul de joasă frecvență.

Se recomandă utilizarea unui generator standard, de la care se va trimite tensiunea de 10 mV cu frecvența corespunzătoare unei lame vibrante.

Dacă nu se aude în cască un sunet puternic și curat este necesară verificarea calității tranzistoarelor și regimul de lucru asigurat de tensiunile de polarizare ale bazei. Cu această ocazie se reglează și distanțele dintre lamele vibrante și contactele fixe ale releului de rezonanță.

### 3. Metode de pilotaj cu ajutorul echipamentelor de telecomandă prin radio

Atunci când dispunem de un echipament de radiocomandă la distanță, care funcționează perfect și asigură toate comenzile fără întârziere, totul este în ordine și nu există probleme privind comanda la distanță a unui mobil teleghidat.

Totuși, pentru executarea unei bune comenzi de către aeromodelul sau navomodelul respectiv este necesar ca persoana care lucrează cu acest gen de instalații să dea mare importanță comenzilor ce trebuie executate, pentru ca instalația de radiocomandă să le execute fără erori.

Este curios de constatat că numeroși specialiști de telecomandă de modele reduse dau mare atenție echipamentului lor de radiocomandă neglijând complet chestiunile de pilotaj propriu-zise.

Dificultățile de pilotaj sînt foarte diferite și pentru un navomodel care se deplasează pe un singur plan, față de un aeromodel care evoluează în 3 dimensiuni, diferența este destul de mare.

În cazul unui model redus de vapor care evoluează pe suprafața apei, prima dificultate este noțiunea de perspectivă.

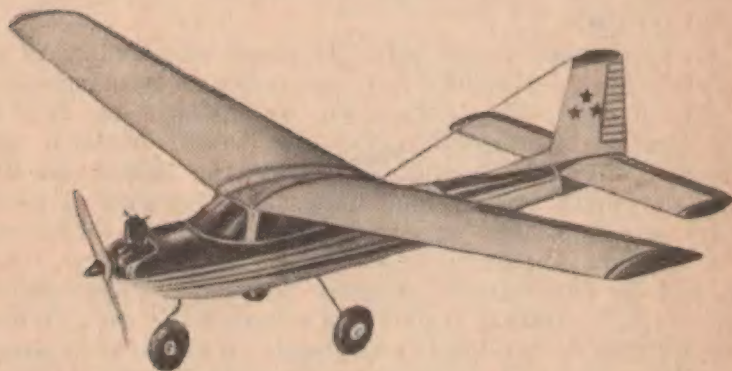
Pilotul care vede, de exemplu, un obstacol în fața sa face virarea vapoarașului împrejurul acestui obstacol mai ales cînd viteza vapoarașului este destul de redusă, iar distanța apropiată. Atunci cînd distanța dintre pilot și navomodel este mai mare există posibilitatea să se facă unele erori datorită unghiului de observație redus. Totuși, după un timp de antrenament oarecare pilotul se obișnuiește cu manevrarea aparaturii și pilotarea se face mai corect. Atunci cînd distanța de la pilotul ce se găsește cu aparatul de emisie pe malul apei pînă la navomodel depășește 60 m, aprecierea devine totuși destul de dificilă.

A doua dificultate, mult mai serioasă ca prima, este pilotarea de la distanță a aeromodelelor care lucrează pe mai multe canale și unde atenția trebuie foarte mult mărită, avînd în vedere viteza destul de mare a aeromodelului, precum și direcția lui de deplasare. Atunci cînd atenția operatorului nu este suficient îndreptată către aeromodelul care evoluează, ne putem da seama ce se poate întîmpla: sfîrșirea în bucăți a acestui aeromodel, pe cînd în primul caz navomodelurilor nu li se pot întîmpla aceste lucruri. Avînd în vedere cele de mai înainte privind pilotarea navomodelurilor și aeromodelurilor, întotdeauna se cere o mare atenție din partea piloților de mobile telecomandate prin radio — pentru a evita distrugerea materialelor. În concluzie, se cere ca înainte de a pleca la un concurs pe apă sau în aer, instalația de radio trebuie bine verificată și pusă la punct, iar manevrarea ei trebuie cunoscută perfect.

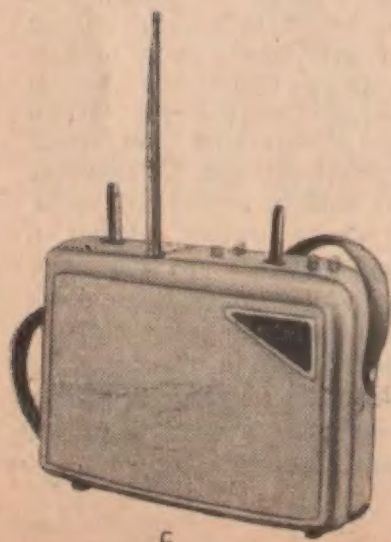




a



b



c

Înainte de începerea concursului se controlează, pe cât posibil, dacă tensiunile de alimentare, atât ale emițătorului cât și ale receptorului sînt absolut corecte, se pun ambele stații în funcțiune și, de la distanța de cîtiva metri între una și alta, se fac cîteva probe de manevrare a comenzilor pentru a ne da seama încă odată că echipamentul nostru de radiocomandă funcționează corect.

În fig. VII. 3 se prezintă două exemple de realizări practice de modele telecomandate.

Fig. VII.3. Realizări practice de modele telecomandate :

a — navomodel ; b — aeromodel ;  
c — emițător.



## BIBLIOGRAFIE

1. Circuite cu tranzistoare în telecomunicații, București, Editura tehnică, 1963.
2. Alexiu, I. și Daniliuc, N. Relee electronice, București, Editura tehnică, 1962.
3. Stere, Roman. Tranzistorul — principii și circuite, București, Editura tehnică, 1957.
4. Dingher, Al., Dima, M., Airinei, N. și Stănculescu, O. Comunicații la mare distanță, București, Editura transporturilor și telecomunicațiilor, 1964.
5. Tândănescu, T. Circuite cu tranzistoare. București, Editura tehnică, 1961.
6. Căltuneanu V. M., Buznea, D. D. și Stălnic, E. A. Semiconductoare în telecomunicații, București, Editura tehnică, 1962.
7. Ilin, V. A. Sisteme de telemecanică pentru obiecte dispersate, traducere din l. rusă, București, Editura tehnică, 1962.
8. Biro P. Antene pentru radioamatori, Colecția radio, București, Editura tehnică, 1958.
9. Klementiev, S. D. Teleavtomatika. Moscova, Gosudarstvennoe ucebno-pedagogiceskoe izdatelstvo Ministerstva prosviashchenia, R.S.F.S.R., 1958.
10. Macoveanu, L. Aparate de emisie și recepție de unde scurte și ultrascurte, Colecția Radio, București, Editura tehnică, 1958.
11. Revista Funckamateur, p. 192/1964; nr. 7 p. 226/1964, R.D.G.
12. Jurnal „Kritika rodini” nr. 2/1958.
13. Revista Funcktechnik nr. 7, p. 209/1962, R.F.G.
14. Revista Funksehau nr. 12, p. 305/1960, nr. 10, p. 253/1961, nr. 14, p. 379/1962, R.F.G.
15. Ridouard D. Télécommande à transistors, Paris, 1964.

## TABLA DE MATERIE

Cap. I. Principiile telecomenzii prin radio .....	3
Cap. II. Principalele scheme-bloc pentru telecomanda prin radio....	6
Cap. III. Particularitățile radioemitoarelor pentru telecomanda modelelor .....	14
1. Scheme de principiu ale radioemitoarelor.....	14
2. Modulația radioemitoarelor pentru telecomanda modelelor	20
Cap. IV. Particularitățile radioreceptoarelor pentru telecomanda modelelor .....	24
1. Scheme de principiu ale radioreceptoarelor.....	24
2. Etajele de joasă frecvență și dispozitivele de selectare din radioreceptoare .....	27
Cap. V. Scheme practice de radioemitoare pentru telecomanda modelelor .....	28
Cap. VI. Scheme practice de radioreceptoare pentru telecomanda modelelor .....	41
Cap. VII. Indicații constructive și reglaje.....	55
1. Indicații pentru emitoare .....	55
2. Indicații pentru receptoare .....	57



Redactor responsabil : Ing. CORNELIA BLAGA  
Tehnoredactor : THEODOR IVAN

---

*Dat la cules 28.09.1965. Bun de tipar 10.12.1965. Apărut 1966.  
Tiraj 4.000+140. Broșate. Hirtie semivelină de 63 g/m<sup>2</sup>, Jt.  
540×840/16. Coli editoriale 3,02. Coli de tipar 4. A. 13.211/1965.  
C. Z. pentru bibliotecile mari 629.12/13.001.57 : 62—59. C. Z.  
pentru bibliotecile mici 629.*

---

Intreprinderea Poligrafică „13 Decembrie 1918”,  
Str. Grigore Alexandrescu nr. 89—97, București,  
Republica Socialistă România  
Comanda nr. 1856.



Lei 2

*Colecția*  
**RADIO ȘI TELEVIZIUNE**  
1966

*Gh. Mityko*

**CONSTRUCȚII RADIO. APARATE DE  
MĂSURAT**

*Gh. Stănculescu, F. Diaconescu*

**CONSTRUCȚII RADIO. EMITĂTOARE  
DE MICĂ PUTERE**

*C. Șerbu*

**CONSTRUCȚII RADIO. ANTENE DE  
RADIO ȘI TELEVIZIUNE**

*St. Sprinceană, C. Florea*

**CONSTRUCȚII RADIO. TELECOMANDA  
PRIN RADIO A NAVO ȘI AEROMO-  
DELELOR**

*L. Bubulac, M. Siligeanu*

**REGLAJE AUTOMATE ÎN TELEVIZOARE**

*I. Roth*

**TELECOMUNICAȚII PRIN SATELIȚI AR-  
TIFICIALI**

*G. Zamfir, T. Pleșoianu*

**PERTURBAȚII RADIO ȘI ÎNLĂTURAREA  
LOR**

COLECȚIA RADIO ȘI TELEVIZIUNE

ST. SPRINCEANĂ,  
C. FLOREA



**CONSTRUCȚII RADIO  
TELECOMANDĂ PRIN RADIO  
A NAVO ȘI AEROMODELELOR**

EDITURA TEHNICĂ